

Geo. U.

479

u

Geo. U.

Folck

479 u

C

Lesestücke

zur

physischen, mathematischen und Verkehrs-Geographie

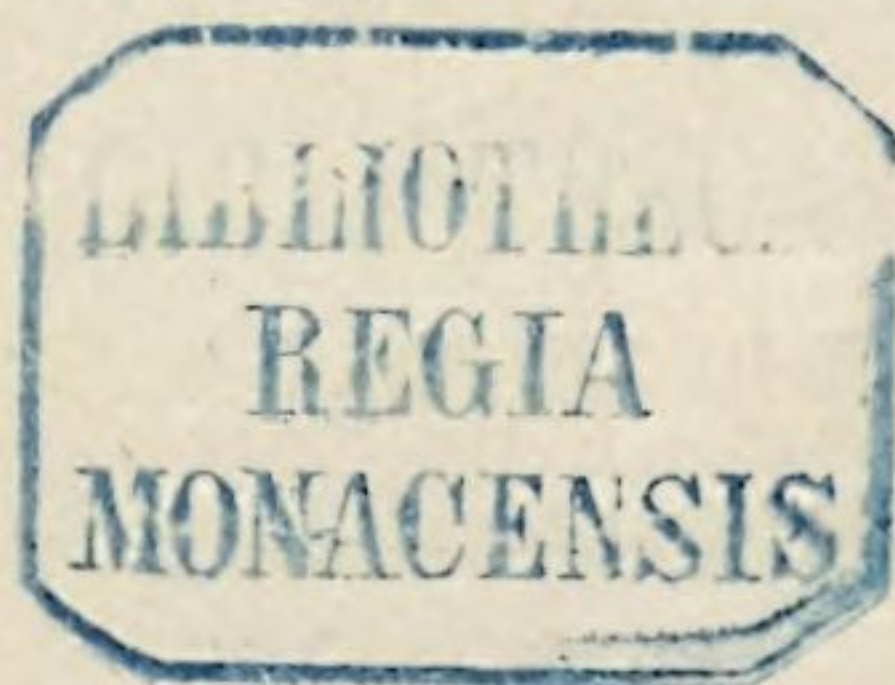
als Hilfsbuch für die Oberstufe des Geographie-Unterrichts

herausgegeben von

Adolf Volck,
k. Studienlehrer.



Nördlingen.
Verlag der C. H. Beck'schen Buchhandlung.
1888.



Druck von C. H. Beck in Nördlingen.

V o r w o r t.

Die vorliegenden Lesestücke sollen dazu dienen, den Geographie-Unterricht der Oberstufe vertiefen zu helfen und zu weiteren Studien auf diesem Gebiet anzuregen. Der Herausgeber hat oft bedauert, dass vortreffliche Werke dieser Art, wie die geographischen Lesebücher von Masius, Ratzel und anderen, so wenig in die Hände der Schüler selbst gekommen sind. Wenn er dies von der eigenen Arbeit hoffen zu dürfen glaubt, so gründet er diese Hoffnung nicht auf den Wert derselben, sondern meint, dass die Anlage des Büchleins sich für den Gebrauch in und neben der Schule zweckmässig erweisen dürfte. Es ist ja nicht möglich, in der dem Geographieunterricht zugewiesenen geringen Stundenzahl auch die in den Lesestücken behandelten Zweige der Erdkunde in umfassender oder gar erschöpfender Weise hereinzuziehen. Wenn deshalb hier bloss einzelne, hervorragende Themata aus der physischen, mathematischen und Verkehrs-Geographie in einer für Schüler verständlichen Weise bearbeitet sind, so bezweckt der Herausgeber damit nur, dass das Interesse der Schüler dafür erweckt werde und dass

sie, wenn sie nun der Beschäftigung mit der Erdkunde als Unterrichtsgegenstand entwachsen, eine Anregung mit fortnehmen, an der Hand vollständiger Werke weiter zu forschen. O. Peschel sagt irgendwo: „Das Beste, was der Unterricht in der Schule leisten kann, besteht darin, den Wissensdurst zu wecken. Nicht derjenige Philologe wird Freude an seinen Schülern erleben, der sie grammatisch so weit abgerichtet hat, bis sie vielleicht ein griechisches Gedicht mit Hilfe des Lexikons zusammenleimen, sondern derjenige, der ihnen eine solche Liebe und Begeisterung für das klassische Altertum einzuhauchen versteht, dass sie, nachdem sie den Schulstaub von ihren Schuhen geschüttelt haben, immer und immer wieder mit neu erwachender Sehnsucht zu den Alten zurückkehren.“ Sollte das vorliegende Büchlein dazu beitragen, dieses Ziel des Unterrichts auch für das geographische Lehrfach zu erreichen, dann hat es seinen Zweck erfüllt, und der Herausgeber würde seine Freude daran haben, wenn in recht vielen Lesern desselben die Lust erweckt würde, nach grösseren und vollständigeren Werken zu greifen. Noch ist zu erwähnen, dass der Herausgeber die Bearbeitung des mathematisch-geographischen Teiles seinem Freunde, Herrn Dr. Kerschensteiner, verdankt. Die Werke, aus welchen er selbst geschöpft und an die er sich mehr oder weniger angelehnt hat, sind in den Litteraturangaben des Inhaltsverzeichnisses aufgeführt.

Nürnberg, im August 1888.

A. Volck.

Inhalt.

Lesestücke zur physischen Geographie.

Litteratur: Dr. S. Günther, Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie. — Dr. H. Klein, Physische Geographie. -- Dr. O. Krümmel, Der Ozean. — Dr. H. Klein, Allgemeine Witterungskunde.

		Seite
1. Das Meer	A. Volck	1
2. Niveau und Tiefe des Meeres (nach Dr. Krümmel)	„	4
3. Die Gezeiten	„	8
4. Die Wellenbewegung	„	19
5. Luft und Winde	„	25
6. Vulkanismus und Neptunismus	H. Credner . . .	34
7. Der Gletscher	G. Kerschensteiner	50
8. Eine Roththal-Fahrt	E. Zittel	58
9. Die Nordseeküsten	A. Volck	69

Lesestücke zur mathematischen Geographie.

Litteratur siehe bei den Abhandlungen selbst.

10. Über Grösse und Gestalt der Erde . .	G. Kerschensteiner	79
11. Die Achsendrehung der Erde	„	85
12. Die Bewegung der Erde um die Sonne	„	91
13. Die vier Jahreszeiten	„	99
14. Tag und Nacht	„	104
15. Der gestirnte Himmel	„	111
16. Unser Zeitmass	„	117
17. Die Kartenprojektionen	„	123

Lesestücke zur Verkehrs-Geographie.

Litteratur: Andree, Geographie des Welthandels. — Engelmann, Geschichte des Handels und Weltverkehrs. — Heid, Geschichte des Levantehandels im Mittelalter. — Peschel, Geschichte des Zeitalters der Entdeckungen. — Peschel, Abhandlungen in geographischen Zeitschriften.

	Seite
18. Zur Entdeckungsgeschichte Europas.	
(Zum teil nach Guthe.) A. Volck	130
Europäische Verkehrsstrassen:	
19. a) In der ersten Hälfte des Mittelalters	135
20. b) In der zweiten Hälfte des Mittelalters	143
21. Die Hansa	150
22. Die neuen Seewege und ihr Einfluss auf den Verkehr in Europa	161

Das Meer.

Das Fremdartigste übt immer auf den Menschen den grössten Reiz. Mit derselben Spannung, mit welcher der Küstenbewohner unserer deutschen Niederungen zum erstenmal die Gebirgswelt betritt, begehrt der Binnenländer den Anblick der See. Und wer das Meer kennen lernen will in seiner überwältigenden Grösse, der darf es nicht aufsuchen an den Gestaden des mittelländischen Meeres, wo Wasser und Land zum entzückenden Bild sich vereinigen, wo der Blick geteilt ist zwischen den lachenden Ufern und der tiefblauen Fläche, wo aber bei aller Herrlichkeit dem Meere seine eigenartigsten Lebensäusserungen fehlen. Wer das Meer kennen lernen will, der muss es da aufsuchen, wo der Wellenschlag des freien Ozeans an seine Küsten brandet und seine ganze Eigenart dem staunenden Beschauer sich offenbart.

Es gibt keinen überraschenderen Anblick als den, den das Meer bietet. Überraschend nicht nur wegen seiner aller Beschreibung spottenden Grossartigkeit, sondern auch überraschend im eigentlichsten Sinn des Wortes. Alle andern Naturschönheiten bereiten sich vor. Die Gebirgswelt lockt schon von ferne den Wanderer zu sich heran, stufenweise erschliesst sie ihm ihre Herrlichkeit. Unsere Binnenseen, das mittelländische Meer geben dem Reisenden, der sich ihnen nähert, durch mancherlei Fernblicke einen Vorschmack

dessen, was seiner wartet. Vergebens aber blickst du auf der Wanderung zum Meere schon von ferne nach ihm aus. Erst wenn du durch den tiefen Sand der Dünen dich emporgearbeitet hast, liegt mit einem Blick das überwältigende Bild vor deinem trunkenen Auge.

Hier am Meeresstrand verschwindet alle Menschengrösse. Nirgends fühlt sich der Mensch kleiner und niedriger. Auch alles Menschenwerk tritt zurück. Wie wenn die Natur selbst alles andere verbergen wollte vor dem Unvergleichlichen, steht hinter dir der Dünenwall und schliesst dich von aller Welt ab. Hinaus auf die unendliche Wasserfläche allein ist die Aufmerksamkeit gerichtet. Und wahrlich! hier hat Auge und Ohr genug in sich aufzunehmen, und niemand, der je dort stand, hat die hinter ihm verborgene übrige Welt vermisst.

Das Auge ist gefesselt von dem neuen, immer wechselnden Bild. Heute am sonnigen Tage entzückt es das Farbenspiel der Wasserfläche, die, nur von den weichen Wellen der Dünung bewegt, sich hebt und senkt. In klarer, flaschengrüner Färbung liegt sie vor ihm, weit draussen durchquert von roten und violetten Streifen, bis fern am Horizont die Bläue des Himmels mit der Farbe des Wassers sich mischt. In nächster Nähe des Strandes treiben die Tümmler, die Delphine des Nordens, ihr munteres Spiel, und Scharen von weissen Möven beleben die Scene, die bald auf den Wellen sich schaukeln, bald hoch in der Luft die erhaschte Beute einander abzujagen suchen.

Und nun erst der Zauber ruhiger Nächte! Da giesst entweder der Mond sein silbernes Licht über die Meeresfläche aus, oder die Sterne lassen ihr Bild aus dem Wasser zurückstrahlen. Ja in lauer, trüber Sommernacht, wenn Mond und Sterne hinter Wolken verborgen sind, dann zündet das Meer selbst seine magischen Lichter an. Auf den Kämmen der Wellen leuchtet es auf in geheimnisvollem Glanz. Wie phosphorische Funkenmassen schäumt das Wasser auf, wo der Bug des Bootes es durchschneidet; von den einge-

tauchten Rudern träufelt der leuchtende Schimmer, ja die Tritte der im feuchten Sand des Strandes Lustwandelnden lassen feurige Spuren zurück.

Ein andermal aber, wenn der Wind über das Wasser daherfährt, gleicht das Meer einer grossen, kochenden Masse, erfüllt von dem weissen Schaum der Wellenkämme. Wild anstürmend schlagen die Wogen auf den Strand, als wollten sie im nächsten Augenblick das Land verschlingen, und in rastlosem Flug schweben die Strandvögel über dem schäumenden Element, das ihnen keine ruhige Stelle mehr bietet, um sich darauf niederzulassen.

Und was vermag das Ohr für verschiedene Töne zu unterscheiden! Bald klingt es wie sanftes Rauschen, das die ganze Luft erfüllt, bald schlägt die Brandungswelle klatschend und prasselnd auf den Strand. Oder es erfüllt das unheimliche Heulen des Sturmes, der schrille Schrei der Möven, das Tosen und Brausen der Wellen dein Ohr. Und auch wenn du jenseits der Dünen am stillen Abend vor dem Haus sitztest, dann tönt die Brandung noch wie ferner, unaufhörlich rollender Donner über die schützenden Sandhügel herüber.

So bietet das Meer für Auge und Ohr ein stets wechselndes Bild, eine immer neue Musik. Die Brust atmet in vollen Zügen die mit Feuchtigkeit erfüllte Seeluft und der Körper badet sich gesund in der salzigen Flut.

Aber nicht bloss den Naturfreund soll die Herrlichkeit und Erhabenheit des Meeres entzücken, sondern es muss auch noch aus einem andern Grund das Interesse jedes Gebildeten in Anspruch nehmen.

Mehr als zwei Dritteile unseres Planeten sind von diesem Element bedeckt. Längst sind die Zeiten vorüber, in welchen die Ozeane lediglich trennend zwischen den Weltteilen lagen. Wie auf den Landkarten Strassen und Schienenwege die Richtungen des Verkehrs anzeigen, so verbinden in allen Meeren regelmässig befahrene Schiffahrtslinien die

fernsten Gestade mit einander. Es ist deshalb nur natürlich, dass in dem Masse, in welchem die wissenschaftlichen Untersuchungen und der stets wachsende Verkehr dieses die Erde beherrschende Element unserem Interesse näher gebracht haben, auch der geographische Unterricht sich eingehender mit seiner Beschreibung befasst.

Niveau und Tiefe des Meeres.

Es ist eine allgemein verbreitete irrige Anschauung, dass die Oberfläche einer Wassermasse, die durch keine mechanischen Einwirkungen erregt ist, eine durchaus horizontale Fläche sei. Selbst wenn gar kein Festland existierte würde der die Erde umgebende Wassermantel infolge der durch die Rotation entstehenden Centrifugalkraft in die Form einer Ellipse gedrängt werden, deren kleineren Durchmesser die von Pol zu Pol gehende Rotationsachse bildete.

Da aber Festland und Wasser in mannigfaltigster Weise mit einander abwechseln, so müssen bei der Bestimmung der Niveaufläche einer ausgedehnten Wassermasse auch die Einwirkungen in betracht gezogen werden, welche diese Körper auf einander ausüben.

Es ist bekannt, dass alle Körper einander anziehen, und zwar wird die Anziehungskraft eines Körpers um so stärker, je schwerer und umfangreicher derselbe ist. Nun ist aber das Land $2\frac{1}{2}$ mal schwerer als das Wasser. Stehen also Wasser und Land in gleichem Volumen einander gegenüber, so wird die Anziehungskraft des Landes eine $2\frac{1}{2}$ mal stärkere sein, als die des Wassers; ja diese Anziehungskraft wird sich noch steigern, wenn grosse Kontinentalmassen einer verhältnismässig kleinen Wassermasse gegenüberstehen.

Überall also, wo Wasser und Land sich berühren, zieht letzteres das erstere zu sich heran, und es entsteht dadurch die sogenannte Kontinentalwelle, d. h. die Er-

hebung des Wasserspiegels, die am Rand des Festlandes durch die Anziehungskraft desselben hervorgebracht wird.

Da nun aber an den Meeresküsten die grösste Mannigfaltigkeit herrscht in Bezug auf die Massenverhältnisse der zusammenstossenden Elemente, so wird auch diese Kontinentalwelle von der verschiedensten Höhe sein, und das Niveau des Meeres muss dadurch eine äusserst unregelmässige, komplizierte Fläche werden. Und während die allgemeine Annahme dahin geht, die Meeresfläche müsste stets eine konkave Linie darstellen, wie es dem Rotations-sphäroid entspricht, bildet sie vielmehr häufig eine konvexe, gegen den Erdmittelpunkt hin gekrümmte Linie.

Der Beweis für die Unregelmässigkeit der Niveaufläche des Meeres wird durch die Anwendung des Sekundenpendels geführt.

Denkt man sich nun als Normalniveau diejenige Oberflächenform, welche das Meer hätte ohne die Einwirkung des Festlandes, lediglich unter dem Einfluss der Rotation, so ergibt sich beispielsweise an der Mündung des Amazonasstromes eine Erhöhung von 570 m, bei Madras eine solche von 450 m, bei London eine solche von 120 m über das Normalniveau. Dagegen führt dieses Heranziehen der Wassermassen an die Küsten der Kontinente zu Depressionen des Meeresspiegels nach der Mitte der Ozeane hin, von welchen die stärkste bis jetzt bekannte südöstlich von Japan im nordpazifischen Ozean auf 1310 m, ungefähr die Höhe des Vesuvs, gemessen wurde.

Was nun die Tiefe des Meeres, sowie die Gestaltung des Meeresbodens betrifft, so gehört die wissenschaftliche Beschäftigung mit diesen Fragen erst der allerneuesten Zeit an. Auch hier, wie in vielen andern Fällen, machen wir die Bemerkung, dass erst die Verfolgung wichtiger praktischer Ziele wissenschaftliche Forschungen vom höchsten Interesse nach sich zog.

Lotungen sind zwar sicherlich vorgenommen worden, sobald der Seefahrer sich vom heimischen, vertrauten Ge-

stade entfernte; und ehe man noch irgend welche andere nautische Instrumente kannte, senkte der Schiffer das Blei in die Tiefe, um die Nähe tückischer Sandbänke zu meiden oder in finsterner Nacht die Annäherung an das Land nachzuweisen. Aber eben weil die Lotungen zunächst nur der Sicherheit des Schiffes und seiner Fracht dienten, hatten sie auch dann noch, als die Schifffahrt nicht mehr an den Küsten klebte, sondern sich in den freien Ozean hinauswagte, nur Interesse in der Nähe des Festlandes. Noch im Zeitalter der Entdeckungen kannte man nur das einfache Senkblei mit einer Leine von 200—300 m Länge. Ob das Schiff draussen im freien Meer über 1000 oder 2000 Faden Tiefe dahinfuhr, oder ob der Schiffer mit ihm ein paar tausend Meter mehr oder weniger tief versank, das war ja im Grund gleichgültig.

Erst als die kühne Idee auftauchte, die durch den Ozean getrennten Weltteile durch Telegraphenverbindungen einander nahe zu bringen, forderte die Legung der transatlantischen Kabel genaue Lotungen quer durch den ganzen Ozean und damit verbunden Forschungen über die Beschaffenheit des Meeresbodens.

Amerika und England hauptsächlich wetteiferten in dieser Thätigkeit. Es galt, nicht nur mit Fleiss und Ausdauer der scheinbar einfachen Aufgabe der Lotungen obzuliegen, sondern vor allem mit Scharfsinn Instrumente zu erfinden, die noch in der Tiefe von Tausenden von Metern sicher wirkten. So entstanden allmählich die höchst interessanten Tiefseelote, welche nicht nur die Tiefe des Wassers anzeigen, sondern zugleich Schlamm vom Meeresboden, Wasserproben aus den tiefsten Tiefen, sowie Temperaturmessungen von dort zu tage fördern.

Für unsere Zwecke mögen die folgenden Resultate dieser Forschungen genügen; ein tieferes Eingehen darauf würde zur Aneinanderreihung einer Menge von toten Zahlen führen, deren Bekanntgabe schon deshalb ermüden würde, weil uns ohne stete Vergleichung der einzelnen Massangaben

mit ähnlichen bekannten und geläufigen die richtige Vorstellung für den Wert derselben mangelt.

Nur in den seltensten Fällen lässt sich ein stetig zunehmendes Absenken des Meeresgrundes bis zur eigentlichen Meerestiefe nachweisen. An den meisten Küsten zeigt sich ein terrassenartiger Abfall. Die erste Tiefe, die durchschnittlich 200 m beträgt, erstreckt sich oft viele Meilen weit in den Ozean hinein und weist uns wohl allenthalben auf Erdräume hin, die in vorgeschichtlichen Zeiten die Grenzen der Kontinente bildeten, im Lauf der Jahrtausende sich allmählich gesenkt haben und damit ein Raub der Fluten geworden sind. Diese erste Meerestiefe ist der Schauplatz der grossen Seefischereien. Sie umfasst die meisten Rand- und Mittelmeere. Von den zu Europa gehörigen macht nur das mittelländische Meer eine Ausnahme hievon, das infolge fortwährender vulkanischer Einwirkungen sehr tiefe Bodensenkungen aufzuweisen hat. Zwischen Kreta und Sizilien erreicht das Lot erst bei 3970 m den Grund.

Die grössten Tiefen finden sich selbstverständlich im freien Ozean; doch zeigt sich auch hier eine merkwürdige Erscheinung, dass nämlich die bedeutendsten Senkungen nicht in der Mitte der Ozeane, sondern an deren Rändern gefunden wurden. Die grösste bis jetzt gemessene Tiefe befindet sich im Nordosten des pazifischen Ozeans (8515 m). In der Nähe der Aläuten wurden Lotungen von mehr als 7000 m verzeichnet. Die höchste bis jetzt gefundene Gipfelung im Himalaya beträgt 8840 m. Die mittlere Tiefe des atlantischen Ozeans wird auf 3680 m, des indischen auf 3340 m, des pazifischen auf 3890 m berechnet. Die mittlere Tiefe der Nordsee dagegen beträgt nur 89 m, übersteigt also kaum das Mass der durchschnittlichen Kirchturmhöhe.

Auch hier haben die wissenschaftlichen Forschungen manche Annahmen als nichtig erwiesen, die bis dahin als unanfechtbare Wahrheiten hingestellt wurden. Man schloss nämlich von der vertikalen Gestaltung der Erdoberfläche auf die Beschaffenheit des Meeresgrundes und dachte sich

denselben bedeckt mit unterseeischen Gebirgen der verschiedensten Art, ähnlich dem Relief unserer Kontinente. Die Tiefseeforschung hat nachgewiesen, dass, abgesehen von einzelnen unterseeischen Räumen, wo nachweisbar vulkanische Gewalten bis in die neueste Zeit theils Einsturzbecken, theils Erhebungen des Meeresbodens verursachten, derselbe von einer derartigen Eintönigkeit ist, dass er für unser Auge als gänzlich eben gelten würde.

Es ist von Interesse, am Schluss dieses Abschnittes einen Vergleich zu ziehen zwischen dem Volumen alles Festlandes, das über den Meeresspiegel hervorragt, und der in den verschiedenen Meeren vorhandenen Wassermasse. Die mittlere Höhe alles Landes beträgt 665 m. (Europa 300 m, Australien 365 m, Amerika 570 m, Asien 880 m, Afrika 660 m.) Alles Land, das über den Meeresspiegel hervorragt, könnte man 13mal in den Wasserraum schütten, weil die Wasserfläche nicht bloss $2\frac{3}{4}$ mal grösser ist, als die Landfläche, sondern eine 5mal grössere mittlere Tiefe hat, als jene hoch ist.

Und doch ist auch diese Wassermasse verschwindend gegen das Volumen des ganzen Erdkörpers. Sie bildet nur den 4780. Teil des ganzen Erdgewichtes. Ja trotz seiner enormen Tiefe ist das Meer im Vergleich zu seiner horizontalen Ausdehnung ungemein flach. So hat z. B. der atlantische Ozean vom britischen Kanal bis Newyork eine Flächenausdehnung von 5500 km bei einer mittleren Tiefe von 3,7 km. Wollte man dasselbe Verhältniss im Kleinen darstellen, so müsste man einer Wasserfläche von $1\frac{1}{2}$ m Breite eine Tiefe von 1 mm geben.

Die Gezeiten.

Gerade dasjenige Meer, an dessen Gestaden die Kulturvölker des Altertums lebten, zeigt die Erscheinung der wechselnden Flut und Ebbe nur in verschwindendem Masse. Das

einzig dieser Völker, das seine Flagge auch an den Küsten des atlantischen Ozeans und in den Gewässern des indischen Meeres entfaltete, — das phönizische, trug zur Erforschung dieser Naturerscheinung am wenigsten bei.

Die Phönizier, die schon Homer als Männer voll Lug und Trug bezeichnet, die schlau die Einfalt berücken, verbargen nicht nur alle Erfahrungen, welche sie jenseits der Säulen des Herkules auf ihren Fahrten im atlantischen Ozean machten, den übrigen Seefahrern, sondern wussten noch durch Erfindung von allerlei schauerlichen Erzählungen von dem, was der Schiffer dort zu gewärtigen habe, sich alle Rivalen fern zu halten.

Um so bemerkenswerter ist es, dass gerade an den Küsten des Mittelmeeres die ersten, der Wahrheit nahe kommenden Erklärungen der Gezeiten versucht wurden. Zur selben Zeit, als die Seeleute Alexanders des Grossen, die an der Mündung des Indus in tiefem Wasser die Anker ausgeworfen hatten, den Zorn der Götter verdient zu haben glaubten, weil ihre Schiffe nach wenigen Stunden auf dem Sand lagen, stellte Pytheas von Massilia, nachdem er eine Fahrt nach dem Nordwesten Europas gemacht hatte, die Behauptung auf, dass die Erscheinung der steigenden und fallenden Wassermassen der anziehenden Kraft des Mondes zuzuschreiben sei. Und Plinius der Ältere, der vielgereiste, fügt der Einwirkung des Mondes noch die der Sonne hinzu. „Die Gewässer folgen,“ so schreibt er in seiner Naturgeschichte, „als stünden sie in seinem Dienst, dem gierigen Gestirn, welches die Meere hebt und emporzieht.“ —

Aber erst im 17. Jahrhundert gab der Engländer Isaak Newton der Erforschung der wunderbaren Erscheinung die wissenschaftliche Grundlage. Er stellte den Satz auf, dass nach demselben Gesetz der Schwere (Gravitation), welches die Planeten in ihre Bahnen zwingt, auch die Wasser des Ozeans steigen und fallen.

Aber auch nachdem der feste Punkt gefunden war,

von dem aus die Erforschung der Gezeiten in Angriff genommen werden konnte, gab die mannigfaltige Erscheinung derselben, das Rätselhafte und Widersprechende in ihrem Auftreten noch gar viel zu denken; und auch heute noch lässt sich nicht behaupten, dass die wissenschaftliche Erforschung des Gezeiten-Phänomens abgeschlossen sei.

Die Erscheinung selbst, wie sie dem Auge sich darbietet, besteht darin, dass zur Zeit der Flut an Flachküsten das Wasser sich von Minute zu Minute weiter auf den Strand vorschiebt. Schritt für Schritt muss der Beschauer zurückweichen vor dem andringenden Element. Inseln und vorspringende Landzungen schwinden zusammen auf einen Bruchteil ihres Umfangs; kleine Häfen, in welchen die Schiffe jämmerlich auf dem Sand lagen, füllen sich immer mehr, so dass sie bald selbst grossen Schiffen zugänglich sind. An Steilküsten und in den Flussmündungen zeigt sich ein fortwährendes Heben der Oberfläche und eine ins Land hereindringende Strömung. —

Hat die Flut ihren höchsten Stand erreicht (Hochwasser), dann tritt für einige Zeit Stillstand ein (Stauwasser). Hierauf beginnt die rückläufige Bewegung oder, wie der Seemann sich ausdrückt, der Strom „kentert.“

Das Land wächst wieder. Um die Inseln her zieht sich breites Vorland. In den an den Strand hinlaufenden Gräben und in den kleineren Häfen bleiben nur vereinzelte Wasserlachen zurück, und weit hinaus folgt der Spaziergänger dem fliehenden Element. Das ist die Ebbe, deren niedrigsten Stand der Seemann „Niedrigwasser“ heisst.

Diese Erscheinung wiederholt sich zweimal jeden Tag. Zwischen Hochwasser und Niedrigwasser liegen immer 6 Stunden und 12 Minuten. Das ganze Phänomen nennt der Seemann die „Tiden“ (niederdeutsch = Zeiten), die Wissenschaft gebraucht dafür den Ausdruck „Gezeiten.“

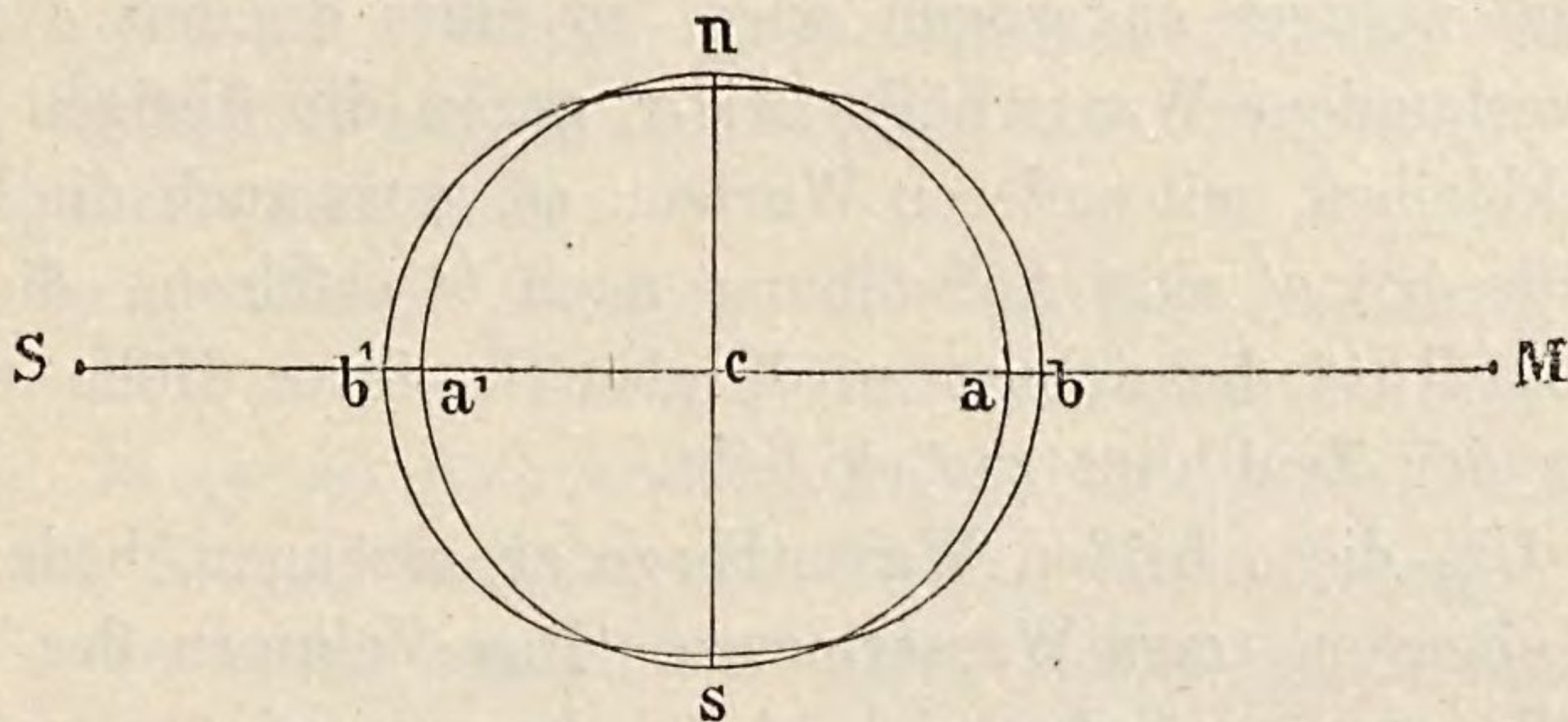
Wie aber entstehen nun diese Gezeiten?

Wir wissen, dass der Mond an die Erde gezwungen ist durch das Gesetz der Gravitation. Aber nicht nur die

Erde zieht den Mond an, sondern auch umgekehrt der Mond die Erde.

Es sei in der nebenstehenden Figur *na sa'* die Erde

Fig. 1.



und der Punkt *M* der Mond. Wäre nun die Erde ein durchaus von festen Massen umschlossener Körper, dann würde sich die Anziehungskraft des Mondes in einem Heranziehen des ganzen Erdballs geltend machen, wobei die Entfernungen von *c* nach *a* und *a'* d. h. vom Erdmittelpunkt nach dem Äquator immer die gleichen bleiben würden, und der ganze Vorgang würde dem Erdbewohner gar nicht sinnfällig werden.

Denken wir uns aber die ganze Erde mit einer Wasserhülle umgeben, so würde das Gesetz der Gravitation in regelmässiger Weise sich folgendermassen bethätigen.

Da die Anziehung nicht nur von Mittelpunkt zu Mittelpunkt erfolgt, sondern jeder Teil des einen Körpers auf jeden Teil des andern seine anziehende Kraft ausübt, so wird die flüssige und darum nachgiebige Hülle bei *a* die stärkste Anziehung erfahren, weil sie hier dem Mond am nächsten ist, und die bei *a* befindliche Wassermasse wird gegen das im Zenith stehende Gestirn hin eine Aufwölbung nach *b* erfahren, das heisst: es wird an diesem Punkt die „Zenithflut“ hervorgerufen.

Nun wird aber auch die ganze feste Erdmasse zum Mond hingehoben und die gesammte mit *c* fest verbundene Erdrinde wird dieser Anziehung in gleichem Mass folgen

müssen. Anders die auf der entgegengesetzten Seite befindliche Wasserhülle. Sie ist am weitesten von M entfernt; und da die Anziehungskraft mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, so dass ein doppelt so weit entfernter Punkt viermal weniger angezogen wird, so muss die mit c nicht fest verbundene Wasserhülle bei a' gegen die übrigen Teile zurückbleiben, mit anderen Worten: es muss auch die Wasserhülle bei a' eine Aufwölbung nach b' erfahren, die als „Nadirflut“ bezeichnet wird, aber in ihrer Höhe etwas hinter der Zenithflut zurückbleibt.

Um diese beiden Wasserberge zu erzeugen, bedarf es aber einer enormen Wassermasse. Das Volumen der Wasserhülle aber verändert sich nicht. Es muss also notwendig von den seitlich von b und b' gelegenen Punkten das Wasser nach b und b' zuströmen, und so entsteht in demselben Mass, in welchem auf diesen beiden Punkten Hochwasser eintritt, in Abständen von 90 Grad Niedrigwasser, das heisst in der Mitte zwischen b und b' ist auf allen Punkten des Erdballs Ebbe.

Da nun aber der Mond auf seinem Lauf um die Erde überall dasselbe Flutellipsoid erzeugt, so wird auf jedem Punkt der Erde in 24 Stunden 48 Minuten zweimal Hochwasser und zweimal Niedrigwasser sein.

So einfach der Verlauf dieser Naturerscheinung unter den angenommenen Umständen erscheint, so kompliziert ist er in Wahrheit durch eine ganze Reihe von Umständen, welche die Regelmässigkeit derselben beeinflussen und stören.

Vor allem ist in betracht zu ziehen, dass ausser der Anziehungskraft des Mondes auch die der Sonne die Bildung eines Flutellipsoids bewirkt. Nun ist aber die Sonne 387mal weiter von der Erde entfernt als der Mond, daher muss auch die von ihr hervorgebrachte Flutwelle um ein Bedeutendes niedriger sein. In der That ist auch die Mondflut $2\frac{1}{5}$ mal höher als die Sonnenflut, oder: Mond- und Sonnenflut verhalten sich wie 9:4.

Zieht man ferner in betracht, dass der Mond in 24

Stunden 48 Minuten, die Sonne aber in 24 Stunden einmal im Meridian eines Ortes steht, so ruft teils das Zusammenwirken, teils das Entgegenwirken der beiden fluterzeugenden Gestirne die mannigfaltigsten Gezeitenerscheinungen hervor, da nur zweimal während eines Mondumlaufs ein vollständiges Zusammenwirken und zweimal ein vollständiges Entgegenwirken stattfindet.

Steht nämlich der Mond im Punkt M im Zenith über b und die Sonne im Punkt S im Zenith über b' , oder kurz gesagt, ist gerade Vollmond, dann trifft bei b Mond-Zenithflut und Sonnen-Nadirflut, bei b' aber Mond-Nadirflut und Sonnen-Zenithflut zusammen. Oder stehen nach ungefähr 14 Tagen beide Gestirne bei Neumond in der Linie $b M$, so hat b Sonnen- und Mond-Zenithflut und b' Sonnen- und Mond-Nadirflut zugleich. In beiden Fällen entstehen aussergewöhnlich hohe Hochwasser und infolgedessen auch aussergewöhnlich niedrige Niedrigwasser. Denn wenn wir die Höhe des Mondhochwassers zu 9, die des Sonnenhochwassers zu 4 Einheiten annehmen, so erreicht das Hochwasser bei Voll- und Neumond 13 Einheiten, während die um 90 Grad davon entfernten Orte zur Erzeugung dieser Wasserberge aussergewöhnlich grosse Wassermengen abgeben müssen. Diese Zusammenwirkungen der anziehenden Kraft der Sonne und des Mondes nennt man die „Syzygien,“ das dadurch erzeugte Hochwasser die „Springflut.“

Das nächste auf die Syzygien folgende Sonnen-Hochwasser tritt nun schon 48 Minuten früher ein als das Mond-Hochwasser; und so wird im Verlauf der folgenden Tage aus dem Zusammenwirken der beiden Gestirne allmählich ein Entgegenwirken, das seinen Höhepunkt zur Zeit des 1. und 3. Mondviertels erreicht, wenn Mond und Sonne um 90 Grad am Himmel von einander abstehen.

Unter dem Einfluss dieser „Quadraturen“ hat ein und derselbe Ort zugleich Sonnen-Hochwasser und Mond-Niedrigwasser, während der um 90 Grad entfernte Ort Mond-Hochwasser und Sonnen-Niedrigwasser hat, so dass zwischen

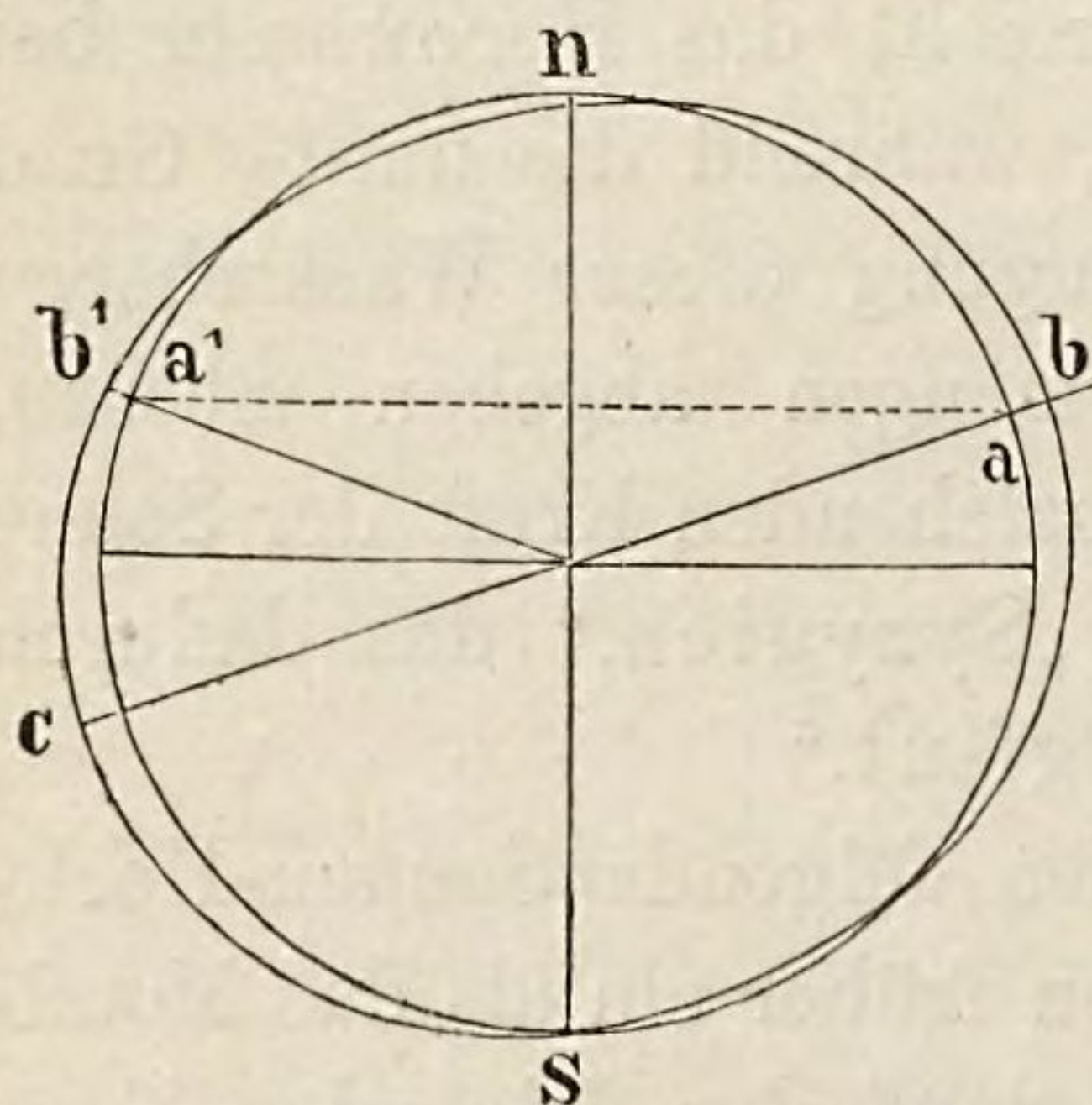
Ebbe und Flut nur wenig Unterschied der Wasserhöhe zu bemerken ist. Das sind die sogenannten „tauben Gezeiten“.

Von den sonstigen Ungleichheiten im Verlauf dieser Naturerscheinung sei hier nur noch diejenige besonders hervorgehoben, welche jedem aufmerksamen Beobachter am Meeresstrand auffällig wird, und welche man die tägliche Ungleichheit nennt. Sie besteht darin, dass von den beiden an einem Tag eintretenden Hochwassern das eine hinsichtlich seiner Höhe um ein Bedeutendes hinter dem andern zurückbleibt.

Diese Erscheinung findet ihre Erklärung darin, dass das fluterzeugende Gestirn nur vorübergehend über dem Äquator steht. Nur in diesem Fall aber sind Zenith- und Nadir-Flut aus sofort einleuchtenden Gründen von nahezu gleicher Höhe.

Steht aber z. B., wie in Figur 2, der Mond (*M*) über

Fig. 2.



dem Punkt *a* im Zenith, so hat dort die Zenithflut die Höhe *ab*. Nach 12 Stunden hat sich Punkt *a* nach *a'* gedreht und hat hier nur noch eine Fluthöhe von

a'b', weil infolge der nördlichen Deklination des Mondes vom Äquator die zu *a* gehörige Nadirflut im Punkt *c* der südlichen Hemisphäre ihren Höhepunkt erreicht.

Auf ebenso einleuchtende Weise lassen sich andere Ungleichheiten der Gezeitenerscheinung erklären, wie die starken Fluten zur Zeit der Sonnwenden, die hohen Fluten zur Zeit der grössten Sonnennähe (im Januar), das Widerspiel zur Zeit der grössten Sonnenferne ein halbes Jahr

später. Alle diese Ungleichheiten finden ihre erschöpfende Erklärung in längst bewiesenen Grund- und Hauptlehren der mathematischen Geographie. Anders verhält es sich aber mit den örtlichen Ungleichheiten. Nur an ganz wenig Orten fällt das Hochwasser zusammen mit dem Meridiandurchgang des Mondes. An einer und derselben Küste ist der Eintritt desselben Hochwassers sehr verschieden notiert.*) Die Höhe der gleichen Flutwelle differiert an derselben Küste oft in überraschender Weise. Fast jeder Ort hat seine besondere Hafenzeit, d. h. seine bestimmte und beständige Verspätung des Hochwassers im Vergleich mit der Mondkulmination. Die Wirkungen der Syzygien treten meist erst $1\frac{1}{2}$ bis 2 Tage nach Voll- oder Neumond als Springfluten in die Erscheinung.

Die Wissenschaft hat durch unausgesetzte Forschung auch für diese Unregelmässigkeit Erklärungen gefunden; eine allgemeine Theorie aber lässt sich dafür nicht aufstellen.

Im Jahre 1833 trat zwar der englische Gelehrte Whewell mit einer Behauptung hervor, auf welche von ihm eine systematische Erklärung der örtlichen Verspätungen der Gezeitenerscheinung gebaut wurde. Er stellte nämlich den Satz auf, dass nur eine so ausgedehnte und tiefe Wassermasse, wie die des südpazifischen Ozeans, im stande sei, eine selbständige Flutwelle zu erzeugen. Die dort entstandene Welle aber werde unter dem fluterzeugenden Gestirn von Ost nach West durch die Meere geschleift und dringe in die Golfe und Randmeere ein, so dass dieselbe, um z. B.

*) Das Hochwasser tritt an einem und demselben Tag ein: an der spanischen Küste um 2 Uhr, an der französischen um 3 Uhr, am Eingang in den Kanal um 4 Uhr, in der Themsemündung um 11 Uhr, bei Texel um 6 Uhr, bei Sylt um 12 Uhr, in der Elbmündung um 12 Uhr, am Nordende Jütlands um 5 Uhr. — Ebenso verschieden ist der Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser: an der spanischen Küste bis zu 3,50 m, an der französischen bis zu 5 m, in Emden 2,76 m, in Wilhelmshaven 3,46 m, in Bremerhaven 3,30 m, in Cuxhaven 2,80 m, in Hamburg 1, 88 m.

an die friesische Küste anzuschlagen, ungefähr $2\frac{1}{2}$ Tage Zeit bedürfe. Daraus erkläre sich die Verspätung der Springflut nach Neu- und Vollmond und alle andern Unregelmässigkeiten des Eintritts von Flut und Ebbe.

Auf diese Theorie vertrauend entwarf Whewell eine Karte, auf welcher alle Punkte gleicher Hafenzeiten durch Linien verbunden sind (Isorhachien). Die Unmöglichkeit solcher Karten wurde aber von ihm selbst im Jahr 1848 anerkannt; gleichwohl ist diese Isorhachien-Karte noch jetzt in Atlanten zu finden, und die Theorie der einzigen Flutwelle blieb noch lange bestehen.

Seit 1873 nun begann Schmick nachzuweisen, dass der Satz, nur die Südsee könne eine selbständige Flutwelle erzeugen, unhaltbar sei. Whewells Behauptung wurde von selbst hinfällig, als man an der australischen Küste, also in nächster Nähe der Südsee, genau dieselben Verspätungen der Gezeiten beobachtete, wie sie sich an den europäischen und amerikanischen Küsten zeigen. Ja es wurde sogar nachgewiesen, dass auch auf kleineren Meeren und selbst auf grossen Binnenseen selbständige Gezeitenerscheinungen auftreten, dass z. B. der Michigansee eine solche erkennen lasse.

Die Erklärungen, welche die neueste Forschung für die Verspätung der Gezeiten gefunden hat, sind für eine populäre Darstellung im engen Rahmen dieser Abhandlungen zu weitführend; nur auf eine derselben, die allgemein verständlich ist, sei hier hingewiesen.

Es darf wohl als eine bekannte Thatsache vorausgesetzt werden, dass infolge des Trägheitsgesetzes (Beharrungsvermögens) Einwirkungen auf grosse Land- oder Wassermassen nicht unmittelbar mit dem Auftreten der erzeugenden Ursache sich bemerkbar machen, sondern derselben oft erst geraume Zeit nachher folgen. Wer hätte nicht schon beobachtet, dass die Hitze eines wolkenlosen Hochsommertages nicht mit dem Meridiandurchgang der Sonne, sondern erst zwischen 2 und 3 Uhr ihren Höhepunkt erreicht? Das-

selbe Beharrungsvermögen wird auch die Wirkung der anziehenden Kraft der Sonne und des Mondes auf die enormen Wassermassen des Meeres nicht mit dem Augenblick der Kulmination dieser Gestirne eintreten lassen, sondern es wird geraume Zeit bedürfen, bis dieser Widerstand überwunden ist und die Folgen der Anziehungskraft in die Erscheinung treten können.

Während an den Meeresküsten die Flut in ihrem sechsstündigen Verlauf allmählich vom Niedrigwasser zum Hochwasser anwächst, gewähren die Mündungen einzelner Flüsse den Anblick eines ganz ungewöhnlichen Verlaufes der Gezeitenerscheinung, indem in ihnen ein plötzlicher Übergang vom niedrigen zum hohen Wasserstand eintritt. Die andringenden Flutwellen werden gleichsam eine Zeit lang durch den Stoss der dem Ozean zuströmenden Wassermassen aufgehalten, bis sie endlich, mächtiger geworden als der Widerstand, mit unwiderstehlicher Gewalt als Wasserbarre in den Fluss eindringen.

Dieses Phänomen, an der Mündung des Amazonasstroms mit dem Namen „Prororoka“ bezeichnet, kommt besonders beim Eintritt der Springfluten in mehreren grossen Flüssen Amerikas und Asiens vor. In Europa ist die Erscheinung unter dem Namen „Maskaret“ in der Dordogne bekannt; auch die Seine hatte vor der Korrektion ihres Unterlaufes hin und wieder eine solche Barrenflut aufzuweisen.

Der englische Arzt Macgowan hat den Verlauf dieses Phänomens im Tsien-Tsangfluss bei seinem Aufenthalt in Hang-Shan folgendermassen geschildert:

„Zwischen den Dämmen des Flusses liegen die Vorstädte, fast eine Meile weit an den Ufern sich erstreckend. Bei Annäherung der Flut versammelte sich die Menge in den Strassen, die einen rechten Winkel mit dem Tsien-Tsang bilden. Jedes Geschäft stockte; die Händler hörten auf, ihre Waren auszurufen; die Lastträger stellten das Ausladen der Schiffe ein, die sie inmitten der Strömung verliessen,

und ein Augenblick genügte, um der rührigsten unter den rührigen Städten Asiens den Schein der Einsamkeit zu geben. Die Mitte des Flusses wimmelte von Fahrzeugen jeder Art. Bald verkündigte die Flut ihr Herannahen durch das Erscheinen eines weissen, von einem zum andern Ufer reichenden Streifens; zugleich erfüllte ein donnerartiges Getöse den erschütterten Luftkreis. Mit einer ausserordentlichen Schnelligkeit, die ich auf 8 Meilen in der Stunde schätzte, rückte die Schaumlinie vor. Sie hatte den Anschein einer alabasternen Mauer oder vielmehr eines mehr als dreissig Fuss hohen stundenlangen Wasserfalles, der sich mit einem einzigen Ruck fortbewegte. Bald erreichte sie die Vorhut der Flotte. Ich fürchtete für das Leben der Schiffsmannschaften; denn ich wusste aus meinen Erinnerungen vom Ganges her, dass diese zusammenbrechenden Barren alles, was sie in ihrem ungestümen Lauf erfassen, zertrümmern und zerschmettern. Das Flussbett aufwühlend wälzen sie Felsblöcke und Gerölle mit sich fort, fegen zerstörend über die Ufer hin, entwurzeln Bäume und bedrohen die auf dem Strom befindlichen Fahrzeuge, die nicht zeitig genug ihre Vorsichtsmassregeln getroffen haben, mit den Gefahren eines augenblicklichen Untergangs. Aber die Chinesen erwarteten mit kühner Ruhe den Feind. Als die schwimmende Mauer heranrückte, verhielten sich alle schweigend und waren darauf bedacht, das Vorderteil gegen die Flut zu richten, die sie verschlingen zu wollen schien. Unbeschädigt gelangten sämtliche Fahrzeuge auf den Rücken der Wellen. Es war ein Augenblick vom höchsten Interesse, als die Flut unter der Hälfte der Flotille hinweggegangen war. Ein Teil derselben lag auf vollkommen ruhigem Wasser, während daneben andere mit furchtbarem Getös emporschossen. Dieses grosse und spannende Schauspiel dauerte indes kaum einige Minuten. Die Flut nahm fortwährend an Kraft und Geschwindigkeit ab und wurde endlich unmerklich in einer Entfernung, welche nach Angabe der Chinesen 80 englische Meilen betrug. Der unter-

brochene Handel begann von neuem; die Schiffe wurden wieder am Ufer befestigt: Frauen und Kinder machten sich daran, die im Wirrwarr verlorenen Gegenstände aufzusuchen; die Strassen waren mit Schaum bedeckt, und eine bedeutende Menge schlammigen Wassers füllte den grossen Kanal.“

Die Wellenbewegung.

Die regungslose Glätte, die wir zumeist an den Teichen und Seen der Heimat zu beobachten Gelegenheit haben, ist auf dem Meer nur in den seltensten Fällen zu finden, und die Erwartung, mit welcher der Binnenländer dem Ozean als dem sturm- und wellenbewegten zueilt, findet er im vollsten Masse bestätigt. An unsern europäischen Küsten trifft man nur an der Ostsee und dem mittelländischen Meer Tage und Nächte, während welcher kein Hauch die Oberfläche des Wassers beunruhigt und der tiefe Friede, der darüber ausgebreitet ist, nicht ahnen lässt, wie wildbewegt und schäumend auch diese Mittelmeere sich zeigen, wie verderbenbringend auch ihre Sturmwellen werden können.

Dagegen wird schon an den Küsten der Nordsee nicht leicht jemand einen Tag erlebt haben, an welchem er nicht gestaunt hätte über die gewaltigen Lebensäusserungen des Meeres, sei es nun, dass er selbst gegen die bewegende Ursache, den Sturmwind, sich stemmen und abkämpfen musste, oder dass er bei völliger Windstille die endlose Wassermasse wie von einer zauberischen Gewalt beeinflusst sich heben und senken sah.

Hier an der Küste sind es hauptsächlich zwei Ursachen, welche sinnenfällige Bewegungen der Wasserfläche hervorrufen: der Wind, der dieselbe in wellenförmiges Auf- und Abwogen versetzt, und die Wirkungen der Flut, welche stossweise die andringenden Wassermassen über den Strand ergiesst. Draussen auf hoher See kommt die letztere Ur-

sache ganz in Wegfall, weil dort die durch die Gezeiten hervorgerufenen Niveauveränderungen nicht augenfällig werden. Dort ist es nur der Wind, der je nach seiner Stärke seine aufregende Einwirkung auf das nachgiebige Element mehr oder weniger sichtbar und fühlbar macht.

Dass der Wind der Erzeuger der Wellen ist, kann an jedem Teich von nur mässiger Ausdehnung beobachtet werden. Wer hätte nicht schon gesehen, wie die sonst regungslose Fläche von jedem Windstoss gekräuselt wird, ja wie das andauernde Wehen einer starken Luftströmung selbst auf kleinen Binnenseen Wellen mit Schaumkronen erzeugt, die auf der Leeseite, d. h. auf der Seite, wo der Wind das Wasser wieder verlässt, an das Ufer schlagen?

Auf dem Meere freilich vollzieht sich die Wellenbildung in unvergleichlich grossartigerem Massstab. Das ist einerseits darin begründet, dass der Wind dort, wo keinerlei vertikale Hindernisse ihn aufhalten und ablenken, mit weit grösserer Kraft und Stetigkeit auftreten kann, und andererseits darin, dass die für unser Auge unbegrenzte Fläche ihm erst ein würdiges Feld für seine stürmischen Angriffe darbietet. Was auf den engbegrenzten Wasserflächen als ein Spiel des Windes mit dem Wasser sich darstellt, wird dort zum staunenerregenden und furchtbaren Kampf der Elemente, in welchem das unheimliche Heulen des Sturmes und das betäubende Tosen der Wellen das Ohr des Menschen mit Grauen erfüllt, während das mit solchen Szenen nicht vertraute Auge von jeder anstürmenden Welle Tod und Verderben erwarten zu müssen glaubt.

Was die Höhe der Wellen betrifft, so ist dieselbe auch auf dem Meer eine sehr verschiedene. Denn sie hängt nicht nur ab von der Stärke oder, was damit gleichbedeutend ist, von der Schnelligkeit des Windes, sondern sie ist auch bedingt von der Tiefe und horizontalen Ausdehnung des Wassers.

Die höchsten Wellen der Nordsee sind auf 4m, die des mittelländischen Meeres auf 4,5m zu setzen. (Gewöhn-

liche Höhe unserer Zimmer 3,5m.) Die mittlere Wellenhöhe dieser Meere mag auf 2m richtig geschätzt werden. Im freien Ozean dagegen erreichen die Wellen oder, wie sich der Seemann ausdrückt, die „Seen“ eine Höhe von 7—9m (gleich der Höhe von 2 Stockwerken). Was von haus-, ja bergehohen Seen erzählt wird, gehört in das Bereich der Fabel. Solche Übertreibungen rühren daher, dass das Auge des Laien vermöge einer leicht erklärlichen optischen Täuschung die Wellenhöhe immer überschätzt. Denn jedesmal, wenn das Schiff in die Tiefe hinabschiesst und das Verdeck desselben gegen den nächsten Wellenberg stark geneigt ist, erscheint derselbe fast noch einmal so hoch als er in der That ist.

Interessant ist die von den Seefahrern gemachte Beobachtung, dass auch bei tagelang anhaltendem Sturm die Höhe der Seen ein gewisses Maximum nicht übersteigt, wie es den lokalen Eigentümlichkeiten des Meeresteiles, in welchem man sich befindet, entspricht.

Zu jeder Welle gehört ein Wellenberg, dessen oberster Teil der Wellenkamm genannt wird, und ein Wellenthal. Die Entfernung zwischen zwei Wellenkämmen ist nach der Höhe der Seen verschieden. Bei hohem Seegang beträgt dieselbe wohl das 20fache der Wellenhöhe, so dass bei einer Höhe von 5m der Abstand etwa 100m beträgt. Dabei ist aber die Geschwindigkeit der heranrollenden Seen eine so enorme, dass nicht nur das schnellste Schiff, das vor dem Wind segelt, von ihnen überholt wird, sondern dass sie sogar dem Wind selbst voraneilen und dadurch dem erfahrenen Seemann als warnende Boten das Nahen eines Sturmes und die Richtung desselben vorausverkündigen und ihm dadurch Gelegenheit geben, sich zum Empfang desselben bereit zu halten.

Da nun aber auf der ungeheuren Fläche der Ozeane häufig verschiedene Sturmfelder auftreten, so kommt es auch nicht selten vor, dass die Regelmässigkeit des Seeganges dadurch gestört wird, dass die von entfernten, seitlich ge-

legenden Sturmfeldern herrührenden Wellen die anderen kreuzen.*)

Am grossartigsten, aber darum auch am gefährlichsten zeigt sich diese Naturerscheinung in den tropischen Gewässern. Tritt dort irgendwo über dem Meere ein barometrisches Minimum**) auf, so stürmen von allen Seiten her Luftströme auf dasselbe ein, die unter dem Einfluss der Erdrotation die gefürchteten Wirbelstürme (Cyklone, Taifune) erzeugen. Im Centrum dieser Wirbelstürme herrscht zwar Windstille. Da aber jede der verschiedenen Windrichtungen ihr eigenes Wellensystem erzeugt, so treffen dieselben in dieser zentralen Windstille aufeinander und bewirken die „Kreuzsee“ oder „wirre See“, deren Sturzseen von solcher Gewalt sind, dass sie die stärksten Schiffe zerbrechen.

Schon oben wurde vorübergehend erwähnt, dass die Geschwindigkeit, mit welcher die Wellenbewegung fortschreitet, eine staunenerregende ist. Sie übertrifft bei weitem die Fahrgeschwindigkeit der besten Dampfer. Der schnellste Postdampfer legt 16 Seemeilen in der Stunde zurück. (1 Seemeile = 1 Bogenminute = 1,85 Km. = $\frac{1}{4}$ deutsche Meile). Die Schnelligkeit der Wellenbewegung wurde schon mit 27 Seemeilen in der Stunde gemessen. Dabei kann aber schon auf Binnenseen die Beobachtung gemacht werden, dass die Wasserteile selbst, aus welchen die Wellen bestehen, sich kaum merklich von ihrem Platz bewegen, indem ein Stück Holz, das in das erregte Wasser geworfen wird, sich mit demselben hebt und senkt, aber seinen Platz kaum verändert.

Das Meerwasser wird durch die Wellenbewegung bis

*) Der wissenschaftliche Ausdruck dafür ist „Interferenzen“. Sie sind leicht an jedem Teich zur Anschauung zu bringen, wenn man an verschiedenen Punkten der Oberfläche Steine hineinwirft. Jeder dieser Einwürfe erzeugt sein eigenes, konzentrisch sich fortpflanzendes Wellensystem; und wo die Wellenkreise des einen die des anderen treffen, zeigen sich solche Interferenzen.

**) Siehe die Abhandlung über „Luft und Winde“.

zu grossen Tiefen aufgeregt. Man hat berechnet, dass die Tiefe, bis zu welcher es in Bewegung gesetzt wird, das 350fache der Wellenhöhe beträgt, so dass z. B. Wellen von nur 25 cm Höhe imstande sind, die Nordsee bis auf den Grund zu beunruhigen und die Sturmwellen des atlantischen Ozeans das auf dem Faraday-Hügel (zwischen Neufundland und Irland) aufliegende Kabel in einer Tiefe von 1150 m gefährden.

Zum Schluss sei noch einer Bewegung des Meeres gedacht, die wegen ihres geheimnisvollen Auftretens den Beschauer mit immer neuer Bewunderung erfüllt.

Jedermann hat schon beobachtet, dass die Erschütterung, die die Oberfläche eines Teiches an irgend einer Stelle erfährt, sich in immer weiteren Kreisen bis an das Ufer fortpflanzt. Dieselbe Erscheinung zeigt sich in unendlich vergrössertem Massstab auf der weiten Fläche des Meeres. Auch hier müssen die Wirkungen heftiger örtlicher Erregungen bis an die Küsten sich fortpflanzen, aber ohne dass die Ursache, die sie erzeugt hat, dem Beobachter sinnenfällig würde. Wird z. B. durch vulkanische Gewalten an einer Stelle des Ozeans ein Seebeben erzeugt, so eilt die dadurch entstandene Flutwelle als ein stummer Bote eines gewaltigen Vorgangs nach allen Richtungen den entferntesten Küsten zu.

So hat die durch ein Erdbeben bei Arika (an der peruanischen Küste $18\frac{1}{2}^{\circ}$ sdl. Br.) hervorgerufene Flutwelle in 15 Stunden 19 Minuten den Weg quer durch den süd-pazifischen Ozean bis zu den Warekauri- oder Chataminseln (östl. von Neuseeland) durchlaufen.

Was aber vereinzelt infolge vulkanischer Einwirkungen sich ereignet, das vollzieht sich tagtäglich in den verschiedensten Gegenden der wasserbedeckten Erdoberfläche. Von allen Orten, wo durch heftige Böen die Wasserfläche aufgewühlt worden ist, oder wo an den Seiten eines Sturmfeldes die Aufregung der Wassermasse sich auch auf die ausser dem Bereich des Windes liegenden Räume des Ozeans übertragen hat, geht

eine Wellenbewegung aus, die von ihrem Entstehungsort sich radial über die Wasserfläche ausbreitet. Solche Wellen, deren bewegende Ursache den Seefahrer oder den Beschauer am Strand nicht mehr erreicht, nennt der Seemann „Dünung.“ Die Dünung erscheint auf hoher See in der Form weicher Wellenhügel, während sie da, wo sie auf Flachküsten aufläuft, das grossartige Schauspiel der Brandung hervorruft.

Einen klassischen Schauplatz für diese Naturerscheinung bietet unsere Nordseeküste dar, auf welche eine fast unausgesetzte Dünung aus Nordwesten zuläuft. Sie wird hervorgerufen durch heftige Böen zwischen Neufundland und Island, wo das Zusammentreffen der kalten Nordpolarströmung und des warmen Golfstromes fortwährende atmosphärische Störungen im Gefolge hat.

Der Anblick der dadurch erzeugten Brandung bietet dem Beschauer immer neuen Reiz. Er sieht fern am Horizont die Meeresfläche in ihrer ganzen Ausdehnung wie von einer Zaubermacht getrieben sich erheben. Erst scheint der Wasserhügel nur langsam gegen den Strand vorzurücken. Je mehr er sich nähert, desto mehr wird die Schnelligkeit seines Vordringens bemerkbar. Immer auffälliger werden die unteren Teile der Wassermassen durch das Flacherwerden des Strandes aufgehalten, während die oberen vordrängend sich aufbäumen, bis zuletzt der schäumende Kamm die unteren Wasserteile überholt und sich mit unwiderstehlicher Gewalt klatschend und prasselnd über den Strand hinwirft. Der Neuling, welcher hinter den Dünen zum ersten Mal diese Naturerscheinung mit dem Ohr vernimmt, glaubt den Donner eines heranziehenden Gewitters oder die Detonationen ferner Geschütz-Salven zu unterscheiden.

Die auffällige Wahrnehmung aber, dass diese Brandungswellen stets parallel mit der Küste ankommen, erklärt sich daraus, dass schon weit draussen im Meer, ausserhalb des Horizontes, den unser Auge beherrscht, die abnehmende Tiefe des Wassers auf die Richtung der Dünung einwirkt. Rückt z. B. gegen eine nach Westen gelegene Flachküste

eine Dünung aus Nordwesten an, so werden die nördlichsten Teile der Welle am ersten durch die verminderte Tiefe aufgehalten. Die notwendige Folge davon ist, dass die Dünung allmählich in ihrer ganzen Länge eine Schwenkung gegen die Küste hin macht, so dass sie schliesslich immer parallel mit der Küstenlinie auf den Strand auflaufen muss.

Luft und Winde.

Der Erdball ist in seiner ganzen Ausdehnung bis zu einer noch ungemessenen Höhe von einer gasförmigen Hülle umgeben, die wir mit dem Namen „Luft“ bezeichnen. Sie ist das Element, in dem wir leben, das für unsere Existenz so notwendig ist, wie dem Fisch das Wasser.

Diese durchsichtige Hülle besteht hauptsächlich aus der Verbindung zweier Gase, des Sauerstoffgases und des Stickstoffgases. Das Verhältnis dieser beiden Gase ist derart, dass auf 21 Teile des ersteren 79 Teile des zweiten kommen. Das Sauerstoffgas ist die unerlässliche Bedingung für alles organische Leben, für den Atmungsprozess; es ist mit einem Wort unsere Lebensluft. Das Stickstoffgas hat den Zweck, den Sauerstoff zu verteilen und zu verbreiten.

Von den übrigen Bestandteilen der atmosphärischen Luft, die in ihr in minimalen Quantitäten enthalten sind, soll hier der Kürze wegen nur noch der Kohlensäure Erwähnung gethan werden, die das unentbehrliche Agens für das Wachstum der Pflanzen ist.

Aus dem bisher Gesagten geht schon hervor, dass auch die Luft, so unsichtbar und ungreifbar sie für uns ist, ein Körper ist, und wenige denken daran, dass dieses unsichtbare Etwas, ob wir uns nun im geschlossenen Raum befinden oder in der freien Natur bewegen, mit einem nicht unbedeutenden Druck auf uns lastet.

Wenn nun aber die Luft ein gasförmiger Körper ist,

dann muss sie auch mit allen Gasen die Eigenschaft der Elastizität teilen. Sie wird also durch ein auf ihr lastendes Gewicht verdichtet und zusammengepresst werden, wie sie sich andererseits mit Abnahme des Druckes ausdehnen und verdünnen wird.

Der französische Physiker Mariotte († 1684) hat durch Experimente nachgewiesen, dass ein Volumen Luft zu dem Druck, der darauf ruht, in umgekehrtem Verhältnis steht, so dass eine Luftmasse, die unter dem Druck von 200 kg 20 cbm einnimmt, bei einer Belastung mit 400 kg auf einen Raum von 10 cbm zusammengepresst wird. (Das Mariotte'sche Gesetz.)

Daraus geht hervor, dass wir Menschen, die wir auf dem Boden des unsern Planeten umfliessenden Luftozeans wandeln, in den dichtesten Luftschichten leben, denn auf ihnen lasten alle Teilchen der in ungemessene Höhen sich ausbreitenden Atmosphäre. Ebenso einleuchtend aber ist es dann auch, dass mit zunehmender Höhe der Luftdruck nachlassen und dadurch die Luft dünner werden muss. Den augenfälligen Beweis für die Wahrheit dieser Sätze gibt uns jeden Augenblick das Wetterglas, dessen Name „Barometer“ schon aussagt, dass es die Schwere der Luft misst, die auf ihm und uns lastet.

Der italienische Gelehrte Toricelli war es, der im Jahr 1648 diesen Druck der Atmosphäre zum erstenmal versinnlichte. Er füllte eine etwa 2 m lange, oben geschlossene Glasröhre mit Quecksilber und senkte dieselbe, indem er die Öffnung mit dem Finger verschloss, lotrecht in ein Gefäss, das mit Quecksilber und einer darauf ruhenden Schicht Wasser gefüllt war. Als er den Finger entfernte, begann das in der Glasröhre befindliche Quecksilber abzufließen, doch nur so lange, bis es auf 28 Zoll Höhe gesunken war. Er hob nun die Röhre aus dem Quecksilber, bis ihr unteres Ende die Wasserschicht erreicht hatte. Als bald floss das Quecksilber ganz aus, und die Röhre füllte sich rasch bis oben mit Wasser. Daraus zog er den Schluss, dass der

Druck der Luft dem gleich ist, den eine 28 Zoll hohe Quecksilbersäule auf ihre Unterlage ausübt.

Dass aber nur die über dem Standort der Röhre befindlichen Luftschichten diesen Druck ausübten, derselbe also z. B. auf einem hohen Berg geringer sein müsse, als in der Ebene, wies noch in demselben Jahr Pascal nach. Er brachte die Toricelli'sche Röhre von seinem Geburtsort Clermont auf die Spitze des Puy de Dôme und fand dort die Quecksilbersäule um $3\frac{1}{3}$ Zoll kürzer als in der Stadt. Die einfache Schlussfolgerung, die sich daraus ergab, war die, dass der Luftdruck auf der tiefsten Stelle der Erdoberfläche, also auf dem Meeresspiegel, am stärksten sein müsse.

Bei fortgesetzter Beobachtung der Quecksilbersäule machte man aber bald noch weitere wichtige Erfahrungen. Man fand, dass das Quecksilber im Winter durchschnittlich einen höheren Stand zeigte, als im Sommer, ja dass es an einem und demselben Ort und zu derselben Jahreszeit eine veränderliche Höhe zeigte.

Die erstere Beobachtung lieferte den Nachweis, dass die kalte Luft schwerer sei, als die warme, während die zweite zu der Erkenntnis führte, dass bald schwerere, bald leichtere Luftschichten den Raum über dem Barometer erfüllten.

Diese Erkenntnis leitet uns mit Notwendigkeit über auf die Bewegungen innerhalb der uns umgebenden Luft-hülle.

Würde die Atmosphäre von nichts anderem beeinflusst, als von den Bewegungen des Erdballs, die sie mitmachen muss, weil sie durch das Gesetz der Schwere unzertrennlich mit ihm verbunden ist, — den rasenden Flug durch die Bahn der Ekliptik einerseits und die Drehung um die Erdachse andererseits, — so würde die uns umgebende Luft sich niemals als Wind fühlbar machen, weil wir dieselben Bewegungen in derselben Eile mit ihr teilen.

Nun ist aber klar, dass ein so leicht erregbares Fluidum, wie es die Atmosphäre ist, auch für andere Einflüsse ungemein empfänglich ist. Unter allen diesen Einwirkungen aber ist keine von solcher Bedeutung, wie die der Wärme.

Wie schon oben bemerkt, hat die Beobachtung, dass der Luftdruck im Winter stärker ist als im Sommer, den Beweis geliefert, dass die kalte Luft schwerer ist, als die warme. Es gibt kaum eine Naturerscheinung, die sinnenfälliger wäre, als diese. Wer hätte nicht schon bemerkt, dass in einem kalten Raum, der geheizt wird, die erwärmte Luft zuerst die oberen Räume erfüllt, und man noch lange mit kalten Füßen am Tisch sitzen kann, wenn die oberen Teile des Körpers schon angenehme Wärme empfinden, während sich wiederum die Abkühlung des Raumes den unteren Extremitäten am ersten unangenehm fühlbar macht. Oder wer schon Gelegenheit hatte, in einem heissen Lokal an einem Fenster zu sitzen, an dessen oberem Ende sich eine Ventilation befindet, der wird, wenn diese geöffnet ist, die zuströmende kalte Luft am ersten empfinden. Denn diese gleitet nicht etwa über ihn weg, um sich in der Höhe mit der warmen Luft zu vermischen, sondern sie sinkt durch ihre Schwere sofort herab. Lehrreich ist auch das Experiment, welches an einer aus einem geheizten Zimmer in einen kalten Raum führenden Thüre gemacht werden kann. Öffnet man die Thüre ein wenig und hält an das obere und untere Ende des Spaltes ein offenes Licht, so macht sich der Ausgleich der kalten und warmen Luft in der Weise sichtbar, dass ein kalter Luftstrom am unteren Ende die Flamme in das warme Zimmer, ein warmer aber die obere Flamme in den kalten Raum reisst.

Was sich aber im geschlossenen Raum durch das künstliche Mittel der Heizung vollzieht, das bewirkt in der freien Natur die erwärmende Kraft der Sonne.

Überall wo die auf die Erde fallenden Sonnenstrahlen Wärme erzeugen, wird diese Wärme der Luft mitgeteilt. Sie wird aufgelockert, strebt leichter geworden durch die

Verdünnung in höhere Regionen hinauf,*) und dadurch entsteht der aufsteigende Luftstrom, der um so mächtiger ist, je steiler die Sonnenstrahlen auf die Erdoberfläche wirken.

Hat aber dieser Prozess einmal begonnen, dann muss sofort eine andere Naturerscheinung dadurch erzeugt werden. Denn da jeder Raum unserer Erde mit Luft erfüllt sein muss, so fordert mit Notwendigkeit die an einem Ort der Erde aufsteigende Luft anderweitigen Ersatz. Es wird daher von den Orten, wo stärkerer Luftdruck ist, die Luft dorthin gedrängt werden, wo durch grössere Erwärmung der Druck geringer geworden ist. Und dieses Bestreben, das Gleichgewicht des Luftdruckes durch Abgabe von Luftmassen an den Ort aufsteigenden Luftstroms wiederherzustellen, nennen wir Wind.

Der Wind weht also immer von den Gegenden hohen zu denen geringeren Luftdrucks oder, wie sich die meteorologische Wissenschaft ausdrückt, von einem barometrischen Maximum zu einem barometrischen Minimum; und er wird um so heftiger werden, je näher und unvermittelter diese beiden Gegensätze an einander liegen.

Ist es nun die Sonne, welche durch ihre erwärmende Kraft die Luft zum Aufsteigen zwingt, so muss sich dieses Phänomen natürlich dort am grossartigsten zeigen, wo sie scheitelrecht über Erdräumen steht. Die Zone grösster Erwärmung wird daher mit ihr in unserm Sommer gegen den Wendekreis des Krebses hinrücken, während sie im Winter nach südlicheren Breiten verlegt wird.

Die Zone des unter der Einwirkung der lotrecht auffallenden Sonnenstrahlen aufsteigenden Luftstroms heisst die Kalmenzone oder der Stillengürtel. Der Seefahrer kennt ihn als eine Region beständiger Trübung und tropischer Regengüsse. Ein dichter Wolkengürtel umspannt hier die Erde, unter welchem die geringsten atmosphärischen Störungen die furchtbarsten Entladungen hervorrufen. Diese

*) Augenfällig wird dieser Vorgang in dem scheinbaren Erzittern der Luft über erhitzten Flächen.

Kalmenzone dehnt sich über ungefähr fünf Breitengrade aus und ihre jährliche Bewegung vollzieht sich, dem Stand der Sonne entsprechend, zwischen dem 5. Grad südlicher und dem 15. Grad nördlicher Breite.

Um die enormen Luftmassen, die hier durch ihre Auflockerung zum Aufsteigen gezwungen werden, zu ersetzen, ist von beiden Polen her ein beständiger Zufluss kühlerer Luft notwendig; und die Luftströme, die von Norden und Süden in diesen Raum sich ergiessen, heissen Passatwinde.

Würde nun die Erde sich nicht um ihre Achse drehen, sondern nach der irrigen Anschauung früherer Jahrhunderte das erwärmende Gestirn den Erdball umkreisen, so würden diese Passatwinde auf der nördlichen Halbkugel als reine Nord- und auf der südlichen als reine Südwinde fühlbar werden. Die Rotation aber bewirkt eine Ablenkung derselben, die mit der Annäherung an den Äquator immer grösser wird. Denn da die von den Polen kommenden Luftströme von Breiten kleinerer Drehungsgeschwindigkeit zu denen grösserer sich bewegen, so werden dieselben immer mehr entgegen der Drehung der Erde abgelenkt werden, so dass der von Norden kommende Passat zuerst als Nordost, dann als Ost-Nord-Ost und an dem Stillengürtel selbst als reiner Ost auftritt. Auf der südlichen Hemisphäre erfolgt natürlich dieselbe Ablenkung von Süd-Ost zu Ost.

Nun muss sich aber das Volumen der den Erdball umgebenden Atmosphäre immer gleich bleiben. Infolgedessen muss auch die von Nord und Süd der Kalmenzone zufließende Luft wieder ersetzt werden. Das geschieht dadurch, dass die dort aufsteigenden erwärmten Luftmassen nach den beiden Polen zu über den auf der Erdoberfläche wehenden Passat hin wieder abfliessen. Dieser mit dem Namen „Äquatorialstrom“ oder „zurückkehrender Passat“ bezeichnete Luftstrom erreicht aber nur teilweise höhere Breiten. Infolge der zunehmenden Abkühlung und dadurch hervorgerufenen Verdichtung senkt er sich schon

ungefähr über dem 30. Breitengrad wieder herab und wird zum Teil sofort von dem zum Stillengürtel treibenden Passat wiederaufgenommen, so dass bis zu diesem Grad nördlicher und südlicher Breite ein vollständiger Kreislauf der Atmosphäre nachzuweisen ist, während der übrige Teil seinen Weg nach den Polen zu nun an der Erdoberfläche fortsetzt. Da aber dieser Äquatorialstrom von dem Ort seiner Entstehung aus eine bei weitem grössere Drehungsgeschwindigkeit angenommen hat, als sie die Breiten, denen er zueilt, bethätigen, so wird er sich bei uns als Südwest, auf der südlichen Halbkugel aber als Nordwest fühlbar machen.

Es ist einleuchtend, dass sich dieses Naturgesetz in seiner ganzen Regelmässigkeit nur in solchen Erdräumen geltend machen kann, wo die Erdoberfläche in grosser Ausdehnung gleichförmig gestaltet ist, und dies ist nur da der Fall, wo weite Ozeane ihre Wassermassen unter der Sonne hinwälzen. Nur über dem atlantischen und pazifischen Ozean ist deshalb der Schauplatz dieses regelmässigen Kreislaufes der Luft zu suchen und die südliche Hemisphäre wird wiederum dieses Naturgesetz präziser zum Ausdruck bringen als die nördliche, weil sie zum grössten Teil mit Wasser bedeckt ist.

Wo dagegen grosse Kontinentalmassen auftreten, da wird die verschiedene Erwärmungsfähigkeit ihrer Oberfläche, sowie die wechselnde vertikale Gestaltung auf die Regelmässigkeit des oben geschilderten Phänomens störend einwirken und zu einer Mannigfaltigkeit lokaler Luftströmungen Veranlassung geben, auf welche einzugehen zu weit führen würde.

Hier sollen nur noch diejenigen Einwirkungen der Kontinentalmassen besprochen werden, welche zu so regelmässigen Störungen der Passatströmung führen, dass auch sie wieder als regelmässig verlaufende Naturgesetze auftreten.

Um die Erklärung dieser Naturerscheinungen zu vereinfachen und von vornherein verständlicher zu machen, möge vorausgeschickt sein, dass die mittlere Temperatur

des Meerwassers im Sommer eine viel niedrigere, im Winter aber eine viel höhere ist, als diejenige von Landmassen der gleichen geographischen Breite, abgesehen von besonderen örtlichen Einwirkungen. Mit anderen Worten: Die Landmassen zeigen sich viel empfindlicher für die erwärmende Einwirkung der Sonnenstrahlen, so dass die über ihnen lagernde Luft durch dieselben in viel höherem Masse beeinflusst wird, als dies über dem Meer geschieht. Andererseits aber kühlen sie sich auch bei weitem rascher ab und gehen in den Zustand winterlicher Erstarrung über durch die Einwirkung weniger kalter Tage, welche die Temperatur des angrenzenden Meeres kaum noch zum Sinken gebracht haben.

Mit dieser Thatsache steht das Phänomen der Jahreszeitenwinde in ursächlichem Zusammenhang, die in Nordafrika und dem Mittelmeer sowohl, wie auf der Fläche des indischen Ozeans mit zuverlässiger Regelmässigkeit wehen.

Im Sommer wird der Norden Afrikas, der fast in seiner ganzen Ausdehnung mit dem für die erwärmenden Strahlen besonders empfindlichen Wüstensand bedeckt ist, unverhältnismässig höhere Temperaturen zeigen, als das Wasser des mittelländischen Meeres. Die Folge davon muss sein, dass während dieser Zeit von hier aus dauernde nördliche Luftströme der Sáhara zufließen. Steht aber die Sonne südlich vom Äquator, so strahlt die während der Sommermonate die Wüste durchglühende Wärme so rasch in die stets wolkenlose Atmosphäre aus, dass bald das Verhältniss umgekehrt ist, und die über dem Meer befindlichen Luftschichten unter geringerem Druck stehen, als die über dem nördlichen Afrika lagernden. Die Ausgleichung wird also gerade in entgegengesetzter Richtung stattfinden müssen, d. h. in unserm Winter werden südliche, aus den Sandwüsten Afrika's kommende Winde die Fläche der mediterraneischen Gewässer bestreichen. Das sind die Etesien der Griechen und Römer.

Von weit grösserer Bedeutung waren von alters her

die Dauerwinde, welche auf dem indischen Ozean herrschen, weil sie seit ihrer Benützung für die Schifffahrt (Mitte des 1. Jahrhunderts nach Christus) den Verkehr mit dem für das Abendland unentbehrlichen Indien ungemein begünstigten.

Wenn die Sonne in unserm Frühjahr über den Äquator gegen Norden vorrückt, dann werden die Ländermassen des südlichen Asiens so durchwärmt, dass von Ende April bis Anfang Oktober dort ein viel geringerer Luftdruck herrscht, als über dem indischen Ozean und der Südhälfte Afrikas. Das ist die Zeit, während welcher auf der ganzen Ausdehnung dieses Meeres der Südwestwind als Dauerwind auftritt. Von Oktober bis April aber lagert die viel höhere Temperatur über der Meeresfläche und Südafrika, so dass während dieser Zeit die entgegengesetzte Windrichtung (Nordost) von Südasien her das Meer bestreicht. Das sind die sogenannten Monsune oder Jahreszeitenwinde (im Arabischen *mussin* = Jahreszeiten). Den Übergang von einem Monsun zum andern bildet eine Zeit der Windstille, unterbrochen von den heftigsten und gefährlichsten atmosphärischen Störungen.

Wir schliessen diesen Abschnitt mit dem Hinweis darauf, dass dieselbe Naturerscheinung, die sich in den Jahreszeitenwinden in so grossartiger Weise vollzieht, auch an den Meeresküsten unserer gemässigten Zone im Kleinen beobachtet werden kann in dem täglichen Wechsel der Land- und Seewinde.

Dort ist zur Sommerszeit die Sonne schon in den Vormittagsstunden so kräftig, dass die Küstenfläche eine höhere Temperatur aufweist, als die des Meerwassers. Von dieser Zeit an ist das Gleichgewicht des Luftdruckes örtlich gestört. Die am Land aufsteigende warme Luft muss ersetzt werden durch die frischeren und dichteren Luftschichten über dem Wasser. Daraus entwickelt sich der Seewind, der zuerst ganz in der Nähe der Küste aufspringt und sich immer weiter in das Meer hinein fortpflanzt, so dass er bis in die Entfernung von mehreren Meilen seewärts zu spüren

ist. Diese mit salziger Feuchtigkeit erfüllte Brise ist es, die in heisser Sommerszeit den Aufenthalt am Meeresstrand zu einem so erfrischenden und wohlthätigen macht.

Neigt sich die Sonne aber dem Horizont zu, dann verliert die Seebrise ihre Kraft. Es tritt zuerst mit der zunehmenden Erkaltung des Erdbodens ein Gleichgewicht des Luftdruckes über Land und Wasser ein, das völlige Windstille verursacht. Je mehr aber der Erdboden die Tageswärme ausgestrahlt hat, desto mehr überwiegt die von den Wassermassen zäher festgehaltene Temperatur, und der nun auf dem Land herrschende höhere Luftdruck bewirkt das Aufspringen und nächtliche Wehen der Landbrise.

Vulkanismus und Neptunismus.

Die Geologie fasst die Erde als ein selbständiges Glied im Weltenreiche auf und hat sich die Ergründung ihrer allmählichen Entwicklung zur Hauptaufgabe gesetzt. Das organische Einzelwesen, das Tier, die Pflanze, ist der Mensch gewöhnt eine Reihe von Veränderungen durchlaufen zu sehen, ehe sie den Zustand ihrer grösstmöglichen Vollkommenheit erreichen — den Erdkörper aber, dieses kosmische Individuum, ist er nur zu sehr geneigt als etwas Totes, und seine Oberfläche als eine starre, unbewegliche Masse zu betrachten. Und doch ist die jetzige Gestalt unseres Planeten nichts als eine augenblickliche Gruppierung des ruhelos wandernden Stoffes, welche nur scheinbar einen gewissen Stillstand bewahrt — nichts als ein Stadium in dem Umgestaltungsprozess der Erde, ebenso vergänglich wie die bereits durchlaufenen.

Die Gliederung der Erdoberfläche in Land und Meer, in Berg und Thal, in Gebirge und Ebene ist das Ergebnis mannigfacher, strenggesetzlicher Einwirkungen, welche sich einerseits auf eine empordringende, hebende, andererseits auf eine in der Richtung nach der Tiefe thätige, der

ersten entgegenarbeitende Kraft zurückführen lassen. Die einzelnen Phasen des Kampfes zwischen diesen beiden geologischen Mächten finden ihren Ausdruck in der jeweiligen Gestaltung der Erde und, davon abhängig, in dem Gesamtcharakter der organischen Welt auf seiner Oberfläche.

Geologische Forschungen führen uns zu einem einst flüssigen Zustande der Erde zurück. Wie jeder wärmere Körper in seine kältere Umgebung, so strahlte der glühende Erdball Wärme in den Weltenraum aus, kühlte sich an seiner Oberfläche ab und bedeckte sich, wie Wasser mit Eis, mit einer Erstarrungskruste, deren Dicke im Lauf der Zeiträume zunahm, ohne dass jedoch dieser Prozess der Abkühlung und des Festwerdens bereits bis zum Zentrum der Erde vorgeschritten wäre; vielmehr herrscht dort noch der ursprüngliche Zustand der Glutflüssigkeit. Jene feurigen Ströme der Laven, welche sich aus dem Krater der Vulkane herabergiessen, sind Zeugen und Boten des in der Tiefe arbeitenden Elementes, und es gibt keine Zone der Erde, in welcher sie nicht den Menschen bedrohten.

Es ist dies jedoch nur eine der zahlreichen Kraftäusserungen, in welchen das scheinbar ruhige Erdinnere gegen seine starre Hülle andringt. Die Gesamtheit derselben pflegt man unter dem Namen der vulkanischen Erscheinungen zu begreifen, und ihre gemeinschaftliche Ursache als Vulkanismus zu bezeichnen.

In grossartigster Weise offenbart sich der letztere in der fortwährenden Auf- und Abbewegung, welcher grössere Teile der Erdkruste in der Weise unterworfen sind, dass sich die einen im Zustand unmerklicher Hebung, die andern in langsamer Senkung befinden. So allgemein diese sogenannten säkularen Schwankungen aber auch sind, so gehen sie doch aus Mangel an einem festen, ausserhalb des Kreises der Bewegung gelegenen Beobachtungspunkte an dem Bewohner des Binnenlandes unbemerkt vorüber, und würden überhaupt kaum nachweisbar sein, wenn nicht der Meeres-

spiegel ein unveränderliches Niveau darböte, an welchem sich die Hebungen und Senkungen der Kontinente wahrnehmbar machen und messen lassen. Felsriffe, welche früher vom Wasser bedeckt waren, tauchen empor; Küstenstriche rücken in das Meer hinaus; einstige Hafenplätze werden landeinwärts geschoben, flache Meeresarme vollständig unfahrbar gemacht, Korallen- und Austernbänke trocken gelegt. Andere Ufer und mit ihnen Hochwälder und menschliche Bauten senken sich allmählich unter den Spiegel des benachbarten Ozeans, bis sich die Wasser über ihnen schliessen. Die Hebungen oder Senkungen äussern sich der Natur der Sache nach durch Umgestaltungen der Küste, ähnlich wie bei Ebbe und Flut; aber am auffälligsten treten diese Veränderungen an flachen Ufern hervor, während sie an steilen, felsigen Gestaden spurlos vorübergehen würden, wenn das Meer nicht selbst darauf bedacht wäre, unverkennbare Merkzeichen überall da zurückzulassen, wo es einst gegen die Ufer gebrandet hat. Durch den Anprall der Wogen hat es die Felswände unterwaschen und die Klippen glatt gelect, es hat Massenlager von runden Kieseln aufgetürmt und Muschel- und Korallenbruchstücke zusammengeschwemmt, kurz es hat jene eigentümlichen Strandbildungen geschaffen, welche den Ozean wie ein Saum umgürten. Hebt sich der Kontinent, so entzieht er die Strandlinien dem Bereich des Meeres, rückt sie landeinwärts und versetzt sie in Höhen von mehreren hundert Fuss. Unterdessen wirft das Meer neue Strandbildungen auf, um dieselben eine nach der andern einem gleichen Schicksal anheimfallen zu sehen. Als anscheinend wagerechte Terrassen umsäumen sie dann die Abhänge der steilen Meeresküsten: Gegenstände des Staunens für den Wanderer, welcher in tausend und mehr Fuss Höhe über dem Ozean auf weit ausgedehnte Haufwerke von noch unverwitterten Muschelschalen stösst, deren unterseeischer Ursprung ihm nicht entgehen kann, und deren jetzige Lage oberhalb des Meeresspiegels bei der fast vollkommenen Unveränderlichkeit dieses letzteren einen

sicheren Massstab abgibt, um erkennen zu lassen, wie viel sich die Küste in jüngster Zeit gehoben.

In früheren geologischen Perioden, als die Erdkruste ihre jetzige Dicke und Widerstandskraft noch nicht erreicht hatte, waren jene Hebungen und Senkungen weit grossartiger und lösten sich gegenseitig in häufigerem Wechsel ab, als heutzutage. Die Oberfläche sämtlicher Kontinente bildete in längst dahingeschwundenen Zeiträumen einen Teil des Meeresgrundes und ist erst allmählich emporgestiegen, oft um nach kurzer Zeit wieder zu versinken und später von neuem hervorzutreten. Vielleicht unmittelbar vor dem Auftreten des Menschen war der grösste Teil der nördlichen Halbkugel von einem nordischen Ozean überflutet, welcher durch Hebung und Ausdehnung des flachen Festlandes nach und nach in seine gegenwärtigen Grenzen zurückgedrängt wurde. In den weiten Sandflächen der norddeutschen Ebene, in den auf diesen zerstreut liegenden Felsblöcken und den vereinzelt Resten seiner einstigen Bewohner hat jenes Meer unzweideutige Spuren seiner früheren Herrschaft zurückgelassen.

In den Gesteinsbildungen noch älterer geologischer Zeiträume mehren sich die Anzeichen einer früheren Wasserbedeckung. Ganze Gebirgszüge sind grossenteils aus den Überbleibseln von Meeresbewohnern zusammengesetzt; weite Plateaus und Hochebenen im Innern der Kontinente bestehen aus uralten, jetzt in Stein umgewandelten Korallenbauten und Muschelbänken. Auch die Geröllanhäufungen an der einstigen Flutgrenze, heute zu Konglomeraten verkittet, fehlen nicht inmitten des Festlandes. Gerade die höchsten Gebirge der Erde waren vor verhältnismässig kurzer Zeit noch Meeresboden, und ihre von Gletschern bedeckten Felsgipfel noch schlammiger, mit den Tieren des Meeres gemengter Bodensatz. Erst durch langandauernde Hebungen stieg der ozeanische Grund zum Festlande und zum Hochgebirge empor.

Es ist sonach jene im Innern unseres Planeten ver-

borgene vulkanische Kraft, welche den Erdkörper in Land und Wasser geschieden und eben damit dem Menschen die Möglichkeit des Daseins gegeben hat, — es ist der Vulkanismus, welcher die Einförmigkeit der ursprünglich ebenen Kontinente unterbrach, indem er einzelne Teile derselben zu Gebirgen empordrängte und die stockenden Wasser zwang, sich Wege nach dem Meere zu bahnen und Flusssysteme zu bilden, die ihrerseits wiederum zu Adern des Verkehrs, ja zu Bedingungen menschlicher Civilisation werden sollten.

Nicht immer gehen diese Hebungen einzelner Teile der Erdkruste so ruhig und gleichmässig und deshalb so unmerklich vor sich; sehr häufig vielmehr sind sie mit plötzlichen Erschütterungen, mit Erdstößen verknüpft. Erscheinungen derart machen sich fortwährend an irgend einem Punkte der Erde, bald hier, bald dort geltend, sie werden fast tagtäglich beobachtet und sind auch Deutschland nicht fremd. Glücklicherweise nur selten aber steigern sie sich zu jenen furchtbarsten der irdischen Schrecknisse, die wir Erdbeben nennen.

Der Mensch wiegt sich in falscher Sicherheit, wenn er den Boden, auf dem er wandelt, Erd feste nennt.

In enger ursächlicher Beziehung zu den Erderschütterungen stehen die vulkanischen Ausbrüche. Aus den Spalten, welche die Erdkruste durchziehen und die Oberfläche unseres Planeten mit dessen Innerem in Verbindung setzen, sucht die flüssige Glutmasse des Kernes unter dem Drucke der sich abkühlenden Hülle einen Ausweg. Es stürzen Ströme schmelzenden Gesteins (*saxa liquefacta*, wie schon Vergil sagt), hervor und breiten sich als Lavadecken auf dem überschwemmten Untergrunde aus oder stauen sich zu glockenförmigen Bergkegeln über dem Austrittspunkte an. Jedoch in nur seltenen Fällen ist die Eruption eine so ruhige und ungehinderte; meist ist der Widerstand eines anderen Elementes zu überwinden, welches in stetem und zum theil erfolgreichem Kampfe mit dem Vulkanismus liegt:

dies ist das Wasser. Auf ihrem Wege aus der Tiefe in die Höhe erreicht die Lava Regionen, welche das Wasser bereits zu einem Schauplatze seiner Thätigkeit gemacht hat, wo es in tausend Adern und Hohlräumen kreist und alle Gesteinporen erfüllt. Aber bei der ersten Berührung mit der glutflüssigen Gesteinmasse wird das Wasser in Dampf verwandelt, Explosion folgt auf Explosion, die Lava zerstäubt in Atome, zischend dringt der Dampf aus dem Krater, und Wolken von vulkanischer Asche werden Tausende von Fuss hoch in die Luft geschleudert. Unter dem Ringkampfe erzittert die Gegend, rollender Donner dringt aus dem Abgrunde empor. Endlich ist der Widerstand des Wassers überwunden, in Dampfform ist es entwichen und das benachbarte Erdreich vollständig ausgetrocknet; — da öffnet sich eine Spalte an der Seite des Vulkanes, helleuchtend bricht die Lava hervor und stürzt sich, zuweilen mit der Schnelligkeit eines Sturmwindes, die Berghänge hinab über die Gefilde und die Wohnstätten der Menschen.

Die vulkanischen Eruptionen der Gegenwart sind unbedeutend im Vergleich mit denen längst vergangener geologischer Zeiträume, wo sich der geringeren Dicke der Erdkruste wegen alle Kraftäusserungen des Elements in grossartigerem Masse bethätigen konnten. Auch Deutschland und vornehmlich Mitteldeutschland war einstmals ein weiterestreckter Vulkanherd. In der Zeit, als sich in unseren vaterländischen Gauen noch Palmenwälder ausdehnten, waren dieselben durchzogen von einer Vulkankette, welche heute ihresgleichen nur in denen Südamerikas findet. Fast ununterbrochen, oft dicht aneinander gereiht, ziehen sich die jetzt erloschenen Feuerberge von der Eifel aus über den Rhein, durch den Westerwald und Hessen, durch den Thüringerwald und das Erzgebirge, durch Böhmen und die Lausitz bis weit nach Schlesien hin. Die kesselförmigen Krater und die gewaltigen Lavaströme der Laacher Gegend, das vulkanische Hochplateau des Vogelsberges, die zahlreichen Basaltkegel Hessens, der glockenförmige Mieschauer in

Böhmen sind solche vulkanische Denkmäler aus der geologischen Vergangenheit Deutschlands. Versetzen wir uns weiter in diese zurück und zwar in jene Perioden, wo die flachen, sumpfigen Landstriche z. B. Sachsens mit riesengrossen Farnbäumen überwuchert waren, wo 30–40 Fuss hohe Schachtelhalme dichte Dschungeln bildeten, wenden wir uns endlich nach jener noch älteren Periode zurück, wo fast noch das ganze Erdenrund von dem Meere bedeckt ist, über welches sich nur einzelne nackte und öde Felsenriffe — die Kerne der späteren Kontinente — erheben, während der Ozean selbst von abenteuerlich gestalteten Tierformen belebt ist: so müssen in jenen ältesten Zeiten mächtige Ergüsse glutflüssiger Gesteinmassen gewöhnliche Erscheinungen gewesen sein. Leipzig z. B. und der ganze Leipziger Kreis liegt auf einer Decke von solchen porphyrischen Laven.

In der That, der Einfluss des Vulkanismus auf die Gestaltung der Erdoberfläche und des gesamten Erdlebens ist kaum zu überschätzen. Und doch ging man, begeistert von dem urgewaltigen Bilde, auch hierin zu weit. In der geheimnisvollen Thätigkeit der unterirdischen Kräfte glaubte man die alleinige Ursache des äusseren Habitus der Erde erkannt zu haben, man schrieb die Mannigfaltigkeit in den Umrissen der Festländer und der sie umgürtenden Inselreihen, man schrieb die Gliederung der Gebirge in Thäler und Höhlen vulkanischen Paroxysmen zu und malte sich Revolutionen aus, welche die Erde in ihren Grundfesten erschüttert und umgestaltet haben sollten. Statt an der Hand nüchterner Beobachtungen eine den natürlichen Vorgängen entsprechendere Lösung der geologischen Rätsel zu finden, meinte man aus grossartigen Wirkungen auf grossartige Kraftäusserungen schliessen zu müssen und war endlich überrascht, in dem alles durchdringenden Wassertropfen das Element zu erblicken, dessen stille, aber nimmer still stehende Thätigkeit die Hauptursache der heutigen Oberflächengestaltung der Erde ist.

An der einen Stelle zerstörend und fortführend, an der anderen absetzend und neubildend, hat das Wasser die Aufgabe, dem Vulkanismus entgegenzuarbeiten, umzureissen, was vulkanische Kraft aufgebaut, auszubauen, was sie emporgedrängt hat. Das Endziel seiner Thätigkeit ist es, die ursprüngliche, regelmässige, von Berg und Thal nicht unterbrochene Gestalt der Erde wiederherzustellen.

Der ganze Kreislauf des Wassers ist, abgesehen von seinen Beziehungen zur organischen Natur, gleichsam eine geologische Maschinerie, deren einschneidende Wirkung auf dem Streben beruht, von der Höhe nach der Tiefe zu gelangen. Als Regentropfen auf den Schauplatz seiner Thätigkeit gefallen, beginnt das Wasser sogleich, sich mit Überwindung aller Hindernisse einen Weg nach den tiefsten Punkten der Erdoberfläche, d. h. dem Meere, zu bahnen. Der Grösse und Schwierigkeit der Aufgabe entspricht andererseits die Vielfältigkeit der Mittel, welche ihm zur Erfüllung derselben zu Gebote gestellt sind. Reicht seine mechanische Kraft zur Zertrümmerung und Fortführung der ihm entgegentretenden Gesteinmassen nicht aus, dann kommt ihm das Vermögen zu Hilfe, gewisse Bestandteile der Steine chemisch aufzulösen und auszulaugen, und dadurch den Fels in seinem innersten Gefüge zu lockern — und sind beide vereint zu schwach zur Bewältigung der Hindernisse, so gesellt sich ihnen der Frost zu. Dann nimmt das Wasser seine feste Form an, und dehnt sich bei dieser Gestaltsveränderung mit so unwiderstehlicher Gewalt aus, dass es, in Felsspalten eingeschlossen, die härtesten Massen sprengt und löst, bis sie endlich genügend klein sind, um von den Wellen fortgeschoben zu werden. Auf diese Weise werden den Gebirgsbächen Felspartien zur Beute, welche hoch über deren Bett erhaben, zwar einer unmittelbaren Einwirkung derselben entzogen sind, aber durch die pulverähnlich wirkende Kraft des in ihre Spalten hinabgedrungenen und dort gefrierenden Wassers losgebrochen werden, in die Tiefe stürzen und hier der Zerstörung anheimfallen.

Der Weg, welchen das Wasser einschlägt, um aus den Bergen in die Ebenen und von da zum Meere zu gelangen, ist ein doppelter. Ein Teil sucht sich unterirdische Bahnen, ein anderer folgt der Oberfläche des Bodens.

Aus der Hebung eines Landstriches zu einem Gebirge ging nicht unmittelbar das hervor, was heute als abwechslungsreiches Ganzes vor uns liegt. Der Vulkanismus lieferte vielmehr nur eine rohe, ordnungslos von Spalten durchsetzte Gesteinmasse; — diese in ein gegliedertes Gebirgssystem umzugestalten, liegt dem Wasser ob. Es ist die eigentlich formende, modellierende Macht. Der erste Regenguss leitete die Arbeit ein, die gefallen Tropfen streben nach der nächstgelegenen Bodensenkung, zarte Rillen hinter sich zurücklassend, zum Geriesel vereint schneiden sie sich Risse in das Gestein, stürzen als Gebirgsbach die gesammelten Gewässer in vorhandene Spalten, sie mit der ganzen Kraft ihres Falles tiefer auswühlend, bis die Bäche zum Bergstrom, die Bergströme zu Flüssen schwellen und nun im thalartig erweiterten Bett in die Niederung treten, und immer neue Gewässer aufnehmend endlich im beruhigteren Ebenenlaufe dem Meere zufließen: das Ganze ein kunstreiches System von Wasserkanälen, dessen zarteste Äste sich im Hochgebirge verzweigen, um jeden Wassertropfen aufzufangen und nutzbar zu machen. In dem ursprünglichen Gebirgsabfall schneiden sich die Wasser ein solches System neben dem anderen ein; Schluchten und Thäler unterbrechen jetzt in mannigfachster Gestaltung die früher gleichförmig ausgedehnten Abhänge, als deren Überbleibsel nur noch die Bergrücken und Felsengrate stehen geblieben sind, welche die einzelnen Thäler trennen. Ihre oberen Begrenzungslinien deuten das vordem allgemeine Niveau des Bergabfalles an.

Ein imposantes Beispiel für die auswaschende und modellierende Thätigkeit der fließenden Gewässer liefert die „sächsische Schweiz“. Dieses Labyrinth grotesker Felsmassen war ursprünglich eine eintönige Fläche von wage-

recht liegenden Sandsteinen und dehnte sich in der Höhe des Königsteins und Liliensteins gleichförmig aus. Auf ihr strömte die Elbe, damals noch der Abfluss eines böhmischen Seebeckens, und stürzte sich bei Pirna über den steilen Rand der Sandsteinplatte, welche sich dort zum Flachlande hinabsenkt. Ihre Wogen unterwühlten das Gestein, es brach zusammen, der Wasserfall rückte stromaufwärts und zog sich immer weiter in das Plateau hinein, bis er dieses ganz durchschnitten hatte, bis bei Tetschen der letzte Damm des böhmischen Elbsees in den Fluten zusammenstürzte, und der See selbst sich durch die tiefe Schlucht entleerte. Das neue Bett der Elbe liegt somit über 800 Fuss tiefer als das ursprüngliche. Zugleich erhielten durch die Niveauveränderung die Nebenflüsse des Hauptstromes neue Gelegenheit zur Ausübung ihrer Fallthätigkeit: ihre früher nur oberflächlichen Wasserläufe sägten allmählich in den Sandstein jene tiefen Schluchten ein, welche sich heute in vielverschlungenem Gewirr zwischen den unberührt gebliebenen Felspartieen, den Ruinen eines zerstörten Landstriches, hindurch winden.

Die Bildung der Thäler durch fliessende Gewässer ist jedoch nicht das Endziel ihrer Thätigkeit, sondern nur das Mittel zur Erreichung eines Zweckes. Es bedarf das Meer der ihm durch vulkanische Hebungen entzogenen Stoffe, um neues Festland schaffen zu können, und dem Bache, dem Flusse ist die Aufgabe zu teil geworden, diese Zufuhr und Neuversorgung zu bewerkstelligen. Hierbei spielen die Thalbildungen eine doppelte Rolle. Denn einerseits sind sie die Angriffspunkte, welche sich das Wasser zur Zerstörung der Gebirge gewählt hat, also die Lieferungsplätze des Gesteinmaterials, andererseits stellen sie zugleich die Kanäle dar, in welchen die gewonnenen Steintrümmer dem Meer übermittelt werden. Jeder Regenguss, jeder Gewitterschauer kommt den Gebirgswässern zu Hilfe, indem er von den abschüssigen Bergabhängen Felsblöcke löst und dem Bache zuführt, der sie entweder unmittelbar oder, nachdem sie

der Frost zersprengte, mit sich fortschiebt. Durch gegenseitige Reibung runden sich diese Bruchstücke ab und verlieren zugleich immer mehr an Grösse, bis sie am Fusse der Gebirge angekommen zu Kies und Sand, ja zu den feinen Schlammenteilchen zermalmt worden sind, welche die Trübung der Flüsse bewirken. Selbst an sehr sanften Thalgehängen sind die Regenwasser unablässig thätig, sandiges und erdiges Material abzuspülen und den Strömen zuzutragen. Da der Regen aber sich über alle Zonen verbreitet und die Fülle der fliessenden Wasser sich immer neu ergänzt, so lässt sich sagen, der grösste Teil der Erdoberfläche sei in einer Bewegung nach dem Ozean begriffen. In diesem schlagen sich die eingeschwemmten Massen zu feinem Schlamme nieder, um allmählich wieder zu Gestein zu verhärten und im Laufe der Zeiträume von neuem über den Spiegel des Meeres und zum Teil zu hohen Gebirgen erhoben zu werden. Die Baustoffe der Erdkruste befinden sich somit in einem ununterbrochenen Kreislaufe. Das Wasser aber ist es, welches denselben die Bahn vorschreibt, indem es, im Meere angelangt, als Dunst und Wolke zum Gebirge zurückkehrt, um dort von neuem seine Wanderung in die Tiefe anzutreten.

Dabei steht ihm jedoch ausser dem Wege auf der Oberfläche der Erde noch ein zweiter offen. Durch die Spalten und Poren des Gesteines sickert es in das Innere der Gebirge und durchdringt dasselbe, bis es am Fusse der Berge oder in der Ebene als Quelle wieder an das Tageslicht tritt. Auch auf dieser seiner unterirdischen Bahn übt das Wasser erfolgreich das Werk der Zerstörung und versieht sich zu diesem Zwecke mit einer neuen Waffe, indem es begierig die Kohlensäure aufsaugt, welche aus dem Innern der Erde ihm entgegenkommt. So ausgerüstet entfaltet das Wasser im Verborgenen die grossartigste Thätigkeit; denn es verwandelt das Innere der starren Erdkruste in eine Werkstatt, aus welcher die wichtigsten geologischen Erscheinungen hervorgehen. Zuerst drängt es sich in die

Poren der Gesteine, — selbst die dichteste Felsart kann ihm den Zutritt nicht wehren, — und nun beginnt es den Prozess der Auflösung, welchem im Laufe der Zeit fast alle Mineralsubstanzen verfallen. Beladen mit fremdartigen Stoffen verfolgt das Wasser seinen Weg weiter, um neu eindringenden Gewässern Platz zu machen, welche die begonnene Arbeit aufnehmen und fortsetzen. Vor der ausdauernden Thätigkeit der mikroskopisch kleinen Wassertropfchen verschwinden ausgedehnte Gesteinmassen; an ihrer Stelle entstehen unterirdische Hohlräume, an deren Erweiterung die Wasser so lange nagen, bis ihre Decke die auf ihnen ruhende Last nicht mehr zu tragen vermag. Dann bricht die Höhle in sich zusammen, Stösse erschüttern die Erdoberfläche, der Boden wird von Spalten durchsetzt und beginnt sich unter erdbebenartigen Erscheinungen zu senken.

Die Mineralwasser selbst sammeln sich in den Spalten und Höhlungen der Tiefe an und brechen von diesen unterirdischen Speichern aus als Quellen hervor. Dann ist ein Teil ihrer Aufgabe gelöst: sie haben den Gebirgen eine bedeutende Menge ihres Materials entzogen und im Innern derselben ebenso zerstörend gewirkt, wie die Bäche und Ströme auf deren Oberfläche. Aber die zersetzende (chemische) Kraft derselben erlischt, sobald sie mit atmosphärischer Luft in Berührung kommen; — die entführten Stoffe scheiden sich dann aus und lagern sich am Fuss der Bergzüge tief unter ihrer ursprünglichen Heimat ab. Doch am Ziel ihrer Wanderung sind sie noch nicht angelangt. Die Grundwasser haben jene Stoffe nur dem Schooss der Erde entzogen, um sie nun der zerstörenden Einwirkung der fliessenden Tagewasser zu überliefern. Binnen kurzem verfallen sie dieser Gewalt, begeben sich von neuem auf die Wanderung und treten als Schlamm, Sand und Kies ihren Weg nach dem Meere an.

Die Gebirgsquellen entledigen sich jedoch ihrer mineralischen Last bei dem Austritt an die Tagesoberfläche nicht vollständig; eine geringe Menge von fremdartiger

Substanz und zwar namentlich von kohlensaurem Kalk bleibt vielmehr zurück und wird von ihnen dem gemeinsamen Ziel aller Gewässer zugeführt. Da dies in Tausenden von Strömen geschieht, so müsste der Ozean innerhalb kurzer Zeiträume zu einer gesättigten Lösung von Kalkstein werden. Um dies zu verhüten, hat die Natur Milliarden von Meeresarbeitern angestellt, deren Lebensaufgabe es ist, den kohlensauren Kalk, welcher aus dem Innern der Kontinente, vielleicht aus den höchsten Berggipfeln stammt, nachdem er im gelösten Zustande weite Strecken durchwandert, wieder dem Wasser zu entziehen, als feste Masse auszuscheiden und als Material für Gesteinbildungen aufzuspeichern. Diese im Haushalt der Natur so wichtige Pflicht liegt namentlich den Muscheln und Schnecken, den Seeigeln und Korallentieren, endlich den fast mikroskopisch kleinen Foraminiferen ob. Die Austernbänke der atlantischen Küste sind aus Kalk aufgeführt, welcher zum grossen Teil aus den Alpen stammen mag; die Korallenriffe des stillen Ozeans weisen auf die Andeskette hin; auf der andern Seite sind diese Gebirge zum Teil wiederum nichts anderes, als über den Meeresspiegel gehobene Bauten von Seetieren, — kurz diese wie jene bezeichnen nur Stadien in dem Kreislauf des Stoffes.

Die Annahme, dass das Wasser nur in flüssigem Zustande eine Rolle in diesem Kreislauf spiele, ist eine Täuschung. Derselbe Drang nach der Tiefe, welcher das Wasser zum wichtigsten geologischen Werkzeuge gestaltet, wohnt auch dem Eise inne. Die Gletscher sind Eisströme, welche in den Firnschneefeldern entspringen und von diesen ähnlich wie Flüsse von Seen genährt werden. Langsam, aber beständig gleitet die Gletschermasse thalabwärts, bis die Schmelzlinie ihrem Vordringen ein Ende macht. Sie quillt durch die Engpässe der Thäler und breitet sich bei deren Erweiterung wieder aus; sie nimmt Nebengletscher in sich auf, teilt sich in einzelne Arme und vereint diese wieder zu einem Strome; kurz sie hat alle Eigentümlichkeiten der strömenden Gewässer. Bei der bedeutenden Mächtigkeit und

dem ungeheuren Drucke der Gletscher auf ihre Unterlage kann ihre Fortbewegung nicht ohne Einfluss auf die Sohle und die Gehänge des Thales bleiben, welches ihnen als Bett dient. Derselbe äussert sich denn auch in grossartigstem Masse einerseits in der vollständigen Abrundung und Schleifung des ursprünglich zackigen und scharfkantigen Felsgrundes, andererseits in der Zermalmung der Steinblöcke, welche zwischen die fortgleitende Eismasse und ihre felsigen Ufer geraten. Unter der gewaltigen Last wird ein Teil derselben zu Sand und Schlamm zerquetscht und dann durch die Bäche der Gletscher hinweggeführt, um mit diesen den Weg nach dem Meere anzutreten. Der Vorschub, welchen das Eis der Aufgabe des Wassers leistet, indem es Hand in Hand mit ihm die Gebirge abzutragen beflissen ist, offenbart sich am augenfälligsten in der Weiterbeförderung von Gesteinmassen auf dem Rücken der Gletscher. Von den Felswänden, zwischen welchen sich diese hindurchdrängen, stürzen teils infolge der Zerspaltung durch den Frost, teils infolge der zerstörenden Gewalt der Lawinen grössere oder kleinere Trümmer auf die Ränder der Gletscheroberfläche, wo sie sich als vereinzelt Gehäuf ansammeln würden, wenn der Gletscher stillstände; dadurch aber, dass er unter dem Ursprungsort der Gesteinbruchstücke langsam vorbeizieht, ordnen sich diese in langen Reihen: es entstehen die sogen. Seitenmoränen. An seiner untern Grenzlinie angelangt, schmilzt das Eis, seine Belastung stürzt auf die Thalsole und häuft sich hier zu einem hohen Querwalle, der Endmoräne, auf, — eine Station auf der Wanderung der Gesteintrümmer von den höchsten Berggipfeln nach dem Meere.

In polaren Regionen äussern die Sonnenstrahlen so wenig Einfluss auf die Eismassen der Gletscher, dass diese bis in die See hinabsteigen, wo ihre Enden von den Wogen losgerissen und von der Strömung fortgeführt werden. Solche Gletscherbruchstücke — es sind die Eisberge — treiben, beladen mit Gesteinmassen, welche aus den Gebirgen der

arktischen Kontinente stammen, weit in den offenen Ozean hinaus, bis sie unter dem Einflusse der wärmeren Gewässer und Winde schmelzen und die Last, welcher sie hunderte von Meilen weit als Fahrzeug gedient haben, zu Boden sinken lassen.

In Europa haben die Gletscher augenblicklich nur eine untergeordnete geologische Bedeutung. Es gab jedoch eine Zeit, da unser Kontinent den Anblick einer arktischen Landschaft gewährte, die sogen. Eisperiode, welche kurz vor das Erscheinen des Menschen auf der Weltbühne fällt. Damals hatte Europa die Gestalt einer schmalen Landzunge: Nord-Deutschland, Holland, Dänemark und Nord-Russland, sowie der grösste Teil Skandinaviens waren von der südlichen Fortsetzung des arktischen Ozeans überflutet. Auf ihm trieben zahllose Eisberge, welche den Gebirgen Skandinaviens — damals noch eine von Gletschern hoch bedeckte Insel — entstammten und mit Schuttmassen aus deren Innerem beladen waren. Nordische Strömungen bemächtigten sich ihrer und führten sie an die flache Küste des damaligen Europas, wo sie strandeten, schmolzen und die Steinlasten, welche sie übers Meer getragen, als Denkmäler ihrer weiten Fahrten hinterliessen. Zu Tausenden liegen diese erratischen Blöcke auf dem damaligen Meeresgrunde, der heutigen nordeuropäischen Tiefebene, zerstreut. Das Volk nennt sie, da es ihre Herkunft nicht kennt, „Findlinge“.

Das Meer der Eiszeit bespülte ein Festland, in welchem unser Auge kaum das heutige Europa wiedererkennt. Während nämlich die Ebenen desselben von moorigen Sümpfen und dichtem Nadelholz-Gestrüpp bedeckt und von Rentieren oder von riesigen Elephanten und Rhinoceros-Arten belebt sind, starren die Gebirge im Einklang mit dem arktischen Charakter der umgebenden Meere unter einer mächtigen Gletscherbedeckung, deren Ausläufer selbst in die Ebenen vorgeschoben sind. Nicht nur das Alpengebirge, nein, die ganze Schweiz war unter einer Eisdecke verborgen, von welcher aus Gletscherströme bis weit nach Bayern und

Schwaben, ja bis in die Niederung des Po vordrangen. Der Harz, die Vogesen, der Schwarzwald erzeugten Gletscher und sendeten sie thalabwärts.

In den Pyrenäen und in Grossbritannien trifft der Kundige auf Spuren, die beweisen, dass die Rolle, welche das Eis als geologisches Werkzeug, als Zerstörungs- und Transportmittel während jener dahingeschwundenen Zeiträume gespielt hat, eine ausserordentlich einflussreiche war, und dass Europa manchen Zug seiner heutigen Physiognomie dem Eise verdankt.

Zwei Kräfte sind es nach alledem, aus deren Wechselwirkung die gedeihliche Mannigfaltigkeit, die planvolle Gliederung, die gesamte Gestaltung der Erdoberfläche hervorgegangen ist: der Vulkanismus, das empordrängende, und das Wasser, das ausgleichende Element. Der Wege ihrer Wirksamkeit sind viele, doch gerade die unscheinbarsten und verborgensten sind es, welche den bedeutendsten Einfluss ausgeübt haben. Das furchtbarste Erdbeben, der gewaltigste Ausbruch eines Feuerberges, sie sind nur von örtlichem und verschwindendem Einfluss, — auf dem ruhigen Kreislauf des Wassers, den kaum merklichen Hebungen der Kontinente beruhte die allmähliche Entwicklung der Erde und ihrer Bewohner.

Sollen sich aber diese Mächte in wahrnehmbarer Weise bei der Herausbildung der Erdgestaltung bethätigen, so bedürfen beide, Wasser sowohl wie Vulkanismus, eines dritten Faktors, der Zeit. Der Entwicklungsgang, den die Erde durchlaufen hat, nahm so gewaltige Zeiträume in Anspruch, dass uns, die wir nach Jahren zu rechnen gewohnt sind, jeder Massstab fehlt. Um einen solchen zu gewinnen, hat man versucht, die Länge der Jetztzeit, also des Zeitraums abzuschätzen, seit dessen Beginn das organische Leben auf Erden seinen heutigen Gesamtcharakter angenommen und wesentlich bewahrt hat. Berechnungen, welche sich auf die Dauer der verschiedenartigsten geologischen Vorgänge gründen, ergeben übereinstimmend, dass jener Zeitpunkt mehr

als 30000 Jahre hinter uns liegen muss; und doch, so unfassbar diese Zahl unserer Phantasie erscheint, ist die Jetztzeit nur eine der zahlreichen Perioden, in welche die Entwicklungsgeschichte der Erde und ihrer Bewohner zerfällt.

Der Gletscher.

Eines der schönsten Schauspiele, das uns die Natur in ihrer Grossartigkeit zu bieten vermag, ist der Anblick sonnenbeglänzter, reich vergletschter Hochthäler unserer Alpen. Nicht der stürmische Pulsschlag der brandenden See und ihr ewig wechselndes Farbenspiel, nicht die gewaltigen Donner der stürzenden Wassermassen, die in tosender Eile über die Felsen eines breiten Flussbettes stürzen und uns durch ihre unerschöpflich scheinende Allgewalt in ehrfurchtsvolles Schweigen bannen, kurz nicht das Leben ist es, was uns hier fesselt, sondern der Tod und dessen unentweihter Friede. Kalt und starr, in das blendende Weiss der sanftgeschwungenen, weit ausgreifenden Firnfelder gehüllt, schmiegt sich die Eismasse dem erstorbenen Thale an; nur die Sonnenstrahlen spielen in den Eiskrystallen, die unserm Auge leuchtende Reflexe senden von dem hellen Ocker in den Firmänteln der das Thal umschliessenden Bergriesen bis zum tiefen Blau der weit klaffenden Gletscherspalten. Nichts scheint zu leben: du sitzt auf einem abgestürzten Felsblocke nahe an der Gletscherzunge und lauschest in die schweigende Natur. Deine Gedanken schweifen zurück in vergangene Zeiten, während sie unten am brausenden Bergstrom: „Vorwärts, vorwärts!“ riefen, und dein Sinnen auf den heissen Kampf der Gegenwart concentrirten. Plötzlich unterbricht ein pistolenschussartiger Knall dein Träumen; du blickst auf — alles ist still und regungslos; aber der Kundige weiss, dass im Eis zu seinen Füßen ein nadelfeiner Riss geborsten ist, sich weit hinstreckend über die Oberfläche, der Anfang einer

bald klaffenden Spalte. Da blitzt es drüben an der Felswand auf, und kaum dass das Auge Botschaft meldete von einer neuen Erscheinung, dringt auch der Donner niederstürzender Eismassen an dein Ohr. Eine Gletscherlawine ist abgebrochen vom überhängenden Eis, und geräuschvoll siehst du noch die kleineren Trümmer über den Fuss der Felswand rieseln. Dann ist's wieder totenstill. Ein aufgescheuchter Adler kreist über der Felswand; deine Gedanken sind zurückgekehrt zur Gegenwart. Die beiden Lebensäusserungen des Gletschers haben auch dir das Bewusstsein wieder gegeben und du fragst dich: „Ist es nicht der Tod, den ich schaue? Ist es sein Bruder, der Schlaf? Ist Leben in dem Starren?“ — Und die Wissenschaft *) antwortet: „Es ist kein Tod, es ist kein Schlaf, es ist ewige, ununterbrochene Arbeit!“ Folge mir; ich will dein Führer sein über die weiten Eisfelder und in ihre blauen Grotten vom Scheitel der jetzt sonnenbeglänzten Gipfel bis zum Thale, wo aus dem Gletscherthore das greifbare Leben bricht, der junge Bergstrom.

Die erste Bedingung für das Entstehen des Gletschers in unseren Zonen sind reiche Schneefälle und ein Sammelbecken, das die Vorräte des Winters nicht frühzeitig in donnernden Lawinen zu Thal eilen lässt. Die reichen Schneefälle setzen voraus, dass warme und zugleich feuchte Winde, wie sie etwa vom Meere in das Festland hereinziehen, ziemlich unvermittelt auf hohe, rauhe und kalte Gebirge stossen. Dort verdichtet sich rasch der Wasserdampf und fällt in Form von Schnee, seltener von Regen zur Erde nieder. Die Sonnenstrahlen schmelzen zwar grosse Mengen Schnee, aber selbst die ganze Wärmemenge unseres Sommers reicht in den Regionen über 2800 m Höhe nicht

*) Das Vollkommenste, was wir über Gletscher wissen, bietet Prof. Heim in seinem „Handbuch der Gletscherkunde“, einem Werk, das nicht bloss den Fachgelehrten höchste Anerkennung abringen dürfte, sondern auch andern Kreisen.

aus, die vom Winter aufgestapelten Vorräte *) aufzuzehren. Jahr um Jahr sammeln sich in den hochgelegenen Becken die gebliebenen, zusammengesinterten Reste und würden sich ins Unendliche vermehren, wenn sie nicht in zwei Formen zu Thal wanderten: als Lawinen und als Gletscher.

Der allmählich zusammensinternde Schnee schluckt begierig den Regen und die Schmelzwasser der über ihm liegenden neuen Schichten und geht bald langsamer, bald rascher in Firn über. Die zierlichen Eiskrystalle der Schneeflocken schliessen sich zu gleichmässig grossen, rundlichen, durchsichtigen Eiskörnern zusammen, wie wir dies auch im Flachlande an unserem Schnee beobachten können. Im Hochgebirge lässt sich schon von weitem das Auftreten dieser zweiten Metamorphose des wässerigen Niederschlages erkennen: der mehlig trockene Hochschnee, mit dem Gipfel und Grate oft bedeckt sind, ist blendend weiss mit einem Stiche ins Bläuliche; der Firn hat gelblichen Ton mit einem Stich in's schmutzig Graue.

Nach und nach werden die einzelnen Körner des Firnes durch das eindringende und gefrierende Schmelz- oder Regenwasser zu einem Konglomerat verbunden, das wir Firneis nennen. Dieser Übergang vom Firnschnee zum Firneis stellt sich oft plötzlich ein. Eine kalte Nacht genügt, den Brei von Schnee und Wasser, den Tags über die Sonne erzeugt, in Firneis umzuformen.

Aus dem Firneis geht das eigentliche Gletschereis hervor. Die im ersteren eingeschlossene Luft tritt zu grösseren Blasen zusammen infolge von Druck und innerer Schmelzung, das rundliche Firnkorn verschwindet und an seine Stelle tritt das eckige Gletscherkorn. Unter dem enormen Druck der gewaltigen Massen werden die Luftblasen allmählich ausgequetscht, das Eis verdichtet sich immer mehr und mehr, das weissliche Blaugrün geht in

*) Der jährliche Zuwachs an Schnee in dem untern Teile der Mulden beträgt im Mittel 15 m.

ein liches Himmelblau über, und langsam fließen und gleiten die Eismassen an den steilen Berghängen in das Thal. Das Eis der Gletscher ist in seiner Struktur völlig verschieden von unserm amorphen Wassereis. Schneiden wir einen Block vom einen wie vom andern Eise aus und bringen ihn in einen geheizten Raum, so wird der Block des Wassereises, immer kleiner und kleiner werdend, in einem einzigen Stücke schmelzen, das Gletschereis aber alsbald in eine Menge eckiger Stücke zerfallen, Gletscherkörner genannt, deren jedes eine eigene Krystallachse hat. An diesen Körnern vollzieht sich dann erst der weitere Schmelzprozess.

Oben unter der Schneegrenze, d. h. dort, wo bereits die Sommerwärme im Stande ist, allen im Laufe des Winters gefallenen Schnee völlig in Schmelzwasser zu verwandeln, sind die Gletscherkörner noch verhältnismässig klein, vielleicht von der Grösse einer Haselnuss. Dicht geschlossen liegen sie aneinander, nur an den Kanten, wo drei zusammenstossen, haarfeine Kanäle lassend, durch die wenigstens an der Oberfläche Schmelzwasser in den Gletscher eindringen kann. Je weiter unten im Thale, um so grösser werden sie, vielleicht bis zu einem Dezimeter Durchmesser.

Dieses Gletscherkorn ist es, das dem Gletscher seine Beweglichkeit verleiht, das ihn wie einen Strom zu Thal wandern lässt mit denselben Erscheinungen, die wir im fließenden Wasser beobachten, nur hier in mehr verborgener Weise. Denn die Geschwindigkeit der meisten Gletscher unserer Alpen beträgt etwa 1—2 Meter in der Woche, die der meisten Flüsse aber 1 Meter in der Sekunde; ja würden die Wasserströme solche gewaltige Massen*) führen wie die Gletscherströme bei gleicher Neigung, so würden sich die Geschwindigkeitsverhältnisse noch viel stärker verschieben. Heim sagt: Ein Wasserstrom von der Breite,

*) So berechnet z. B. Heim das Volumen der Zunge des Aletschgletschers, also der Masse von der Firnlinie bis zum Gletscherende, und findet, dass sich aus ihm ein Ring von 280 qm Querschnitt herstellen liesse, der die ganze Erde längs des Äquators umspannen würde.

Tiefe und Neigung des Unteraargletschers beim Pavillon Dollfuss würde die Geschwindigkeit von 200 m per Secunde haben; der Gletscher aber macht dort nur 0,0000023148 m per Secunde, d. h. er ist 90 Millionen mal träger als das Wasser.

In seinem Laufe nimmt der Gletscherstrom häufig Nebenströme auf, die aus den Seitenthälern in das Hauptthal fliessen und nun vereinigt durch den erhöhten Druck der grösseren Masse auch mit erhöhter Geschwindigkeit vorwärts drängen. Vor einer Thalenge stauen sich die Eismassen, vor Felsen steigen sie auf, wie das Wasser vor Brückenpfeilern, und über Thalwände stürzen sie in lautlosen Kaskaden unter furchtbarer Zerreissung und Zerklüftung hinab. Am Fusse des Absturzes pressen sich die Massen und erzeugen noch eine Zeit lang wellenartige Wülste, die quer über das Thal laufen; dann glätten sich diese Eiswogen wieder, um mit abnehmender Geschwindigkeit allmählich jene Thalstufe zu erreichen, wo die Jahrestemperatur bereits im stande ist, die Eismassen völlig aufzuzehren.

In regelmässig absteigendem Thalbette zeigen sich auf den mächtigeren Eisströmen, den Gletscherzungen, ziemlich regelmässige Zerklüftungen, die Gletscherspalten. Niemals fehlen die Randspalten, welche durch die rein fliessende Bewegung der Masse entstehen. Häufig stellen sich Quer- und Längsspalten ein, die ersteren, wenn der Thalgrund von sanfter zu stärkerer Neigung übergeht infolge des Zuges, den die vorn liegenden Massen auf die rückwärtigen ausüben, die letzteren, wenn das Thal sich rasch erweitert, einesteils infolge des Druckes der aus der Stromschnelle nachstürzenden Massen, andernteils infolge des Zuges, den das Gewicht der seitlich fallenden Eismassen erzeugt.

Durch die Längs- und Querspalten der Gletscherzunge brechen die Schmelzwasser der Oberfläche in den Gletscher ein, und verzehren durch ihre höhere Temperatur noch

weitere Massen von Eis. Durch die Randspalten dringen die seitlichen Bergwasser vor; indem sie dabei die äussere warme Luft mit sich unter den Gletscher reissen, unterminieren sie ihn und erzeugen oft herrliche Eisgrotten. Unten am Ende der Zunge brechen die vereinigten Wassermassen wieder an das Tageslicht, oft aus gewaltigen Thoren, den Gletscherthoren, meist trüb und schlammig als sogenannte Gletschermilch. Allmählich setzt sich das mitgeführte Geschiebe und der Schlamm zu Boden und die oft schon nach kurzen Strecken geklärten Wassermassen des Gletscherbaches tummeln sich durch den Thalgrund in die Welt hinaus.

So herrscht denn keine Ruhe in dem scheinbar starren Eise. Es fliesst und gleitet über den Untergrund wie eine dickflüssige Masse. Über die letzten Ursachen dieser so ganz merkwürdigen Bewegung des Gletschers sind wir noch nicht völlig im Klaren. Das blosses Gleiten, also die Bewegung ohne gegenseitige Verschiebung der einzelnen Teile, erklärt sich aus dem Vorhandensein der Schwere leicht, aber das Fliessen, d. h. die Bewegung mit Änderung der gegenseitigen Stellung der einzelnen Gletscherkörner unter sich, bietet in der Erklärung noch Schwierigkeiten. Eine Reihe wichtiger Faktoren spielt hier mit: Die ganze Eismasse befindet sich im Sommer, wie mächtig sie auch sein mag, immer in der Nähe des Schmelzpunktes, d. h. ihre Temperatur liegt nur wenig unter null Grad. Bei solchen Temperaturen ist aber das gewöhnliche Wassereis schon plastisch, d. h. es lässt sich (ähnlich wie Wachs) unter starkem Druck in beliebige Formen pressen, um so mehr das körnige Gletschereis. Andernteils vollzieht sich bei solchen Temperaturen und dem gewaltigen Druck sowohl, als der Spannung längs den Grenzen der Gletscherkörner teilweise Trennung und Regulation.*) Plastizität und Re-

*) Mit Regulation (Wiedergefrieren) wird jene Erscheinung bezeichnet, wonach ein durch hohen Druck geborstenes Stück Eis an den

gelation sind die Hauptbedingungen für die fließende Bewegung der Gletscher.

Indem nun so der Gletscher von den Häuption der Bergesriesen in das Thal niedersteigt, transportiert er meist gewaltige Schutthaufen und Felstrümmer auf seinem Rücken. Die Unbilden der Witterung setzen dem nackten Gestein der Gipfel und Grate scharf zu; das Wasser dringt durch feine Ritzen in das Innere desselben, der Frost erstarrt es, und indem das gefrierende Wasser sich ausdehnt, sprengt es den Felsen. Schutt und Trümmer fallen auf den Firn hernieder und ziehen mit ihm in das Thal; von den Gehängen der Thalwände kollern abgebröckelte Felsstücke auf die Gletscherzunge und werden mit den vom Firn herabkommenden Schuttmassen als Seitenmoräne mitgeführt. Fliessen zwei Gletscher zusammen, so vereinigen sich die beiden inneren Seitenmoränen zu einer Mittelmoräne. Bisweilen findet man Gletscher mit zwei, drei und noch mehr solcher Mittelmoränen. Im Thalboden schürft und und schleift das gleitende Eis an dem anstehenden Felsen, und der Schleifsand vermischt sich mit den durch die Spalten abstürzenden Trümmern der Mittelmoräne, um beim Rückgang*) des Gletschers als Grundmoräne an das Tageslicht zu treten. Alle diese Verwitterungs- und Schleifprodukte häufen sich am Ende des Gletschers meist in gewaltigen Wällen an, die Endmoräne erzeugend, durch die sich mit Mühe der Gletscherbach seinen Weg frisst.

Es gab eine Zeit (Eiszeit), in welcher die Gletscher eine ungleich bedeutendere Ausdehnung hatten als heute. Die

Bruchstellen schmilzt, aber sofort wiedergefroren, sobald der Druck sich etwas verringert.

*) Wenn die Abschmelzung mehr Eis wegzehrt, als ins Thal fließt, dann geht der Gletscher zurück; umgekehrt, wenn die Eismassen stärker andrängen, als dass sie die Sommertemperatur der betreffenden Thalstufe bewältigen könnte, dann schreitet er vor. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass innerhalb 30 Jahren fast alle Gletscher wenigstens einmal die Vorwärtsbewegung mit der Rückwärtsbewegung vertauschen und umgekehrt.

ganze Alpenkette war ein grosser zusammenhängender Eiskomplex, und Flüsse wie Isar und Inn waren die Gletscherbäche des weit in die bayerische Hochebene hineinragenden Isar- bzw. Inngletschers. Kleine und grosse, ja selbst haushohe Blöcke, sogenannte Findlinge oder erratische Blöcke, d. h. Trümmer völlig fremden Gesteines, das weit und breit in der Umgebung ihres Fundortes nicht bemerkt wird, und weit ausgedehnte Moränen (die ganze Stadt Zürich liegt auf einer solchen) sind lebendige Zeugen ihrer einstigen Ausdehnung.

Machten damals aber die übermässigen Eismassen das Land unwirtlich, kalt und feucht, so sind die heutigen Gletscher eher eine Wohlthat für uns zu nennen. Wenn sich der Wasserdampf zu Schnee verdichtet, wird diejenige Wärmemenge wieder frei, die nötig war, das Wasser in Dampf zu verwandeln: die Winterkälte wird also gemildert durch den Schneefall. Der Schnee erzeugt und speist den Gletscher, dessen Eismassen in's Thal fliessen und dort im Sommer zusammenschmelzen. Durch das Schmelzen werden wieder grosse Mengen Wärme verbraucht: die Sommerhitze wird also verringert durch die Schmelzung. Somit dienen die gletscherreichen Gebiete dem Ausgleich harter Temperaturgegensätze eines grossen Landstriches und erhöhen damit die Fruchtbarkeit desselben. Wenn alle Quellen im Sommer versiegen, sagt Heim, dann liefert gerade der Gletscher den stärksten Bach; er ist die letzte Nahrung unserer grossen Bergströme. Weniger schädlich wie die unheimlichen Lawinen, erfüllen die Gletscher die gleiche Aufgabe wie diese: sie mildern das Klima. So hat heute die Wissenschaft auf eine Seite der Natur, die früher im trüben Schatten lag, ein helles freundliches Licht geworfen, und so lehrt sie uns die Eisfelder unserer Hochalpen nicht bloss wegen ihrer Pracht, sondern auch wegen ihres klimatologischen Wertes schätzen.

Eine Roththal-Fahrt.

Am 23. Juli 1872 wanderten der Lehrer Merz von Moosaffoltern bei Bern mit seinem Bruder, der einige Alpenbilder des oberen Lauterbrunnenthales aufnehmen wollte, von Lauterbrunnen aus heiter und fröhlich das Thal aufwärts über Stachelberg und Drachsellaunen nach Sichelauinen, wo die letzten Hütten des Thales stehen. Von dort gedachte der erstere dem Roththale einen Besuch zu machen, in das er vor einigen Jahren vom Schilthorn aus hineingeschaut hatte. Das Roththal ist eines der merkwürdigsten und trotz der Nähe des vieldurchwanderten Lauterbrunnenthales äusserst selten betretenen Eis- und Felsenthäler der Schweiz. Wie das Trümmletenthal sich zwischen der Jungfrau und Wengernalp herabzieht, um hoch über den Felsenwänden der Ostseite des Lauterbrunnenthales zu enden, dem es seine Wasser durch tiefe Schachte hinabsendet, bis sie im wunderbaren Trümmletenfall zu Tage treten, so zieht sich auch auf der südlichen, der so erscheinenden Rückseite der Jungfrau und des Mönches ein furchtbar wildes Eisthal in derselben Richtung hin, um etwa 5000 Fuss über dem Dörflein Sichelauinen über den steilen Felswänden des hinteren Lauterbrunnenthales zu enden. Dieses Roththal hatte noch vor einem Jahrzehnt kein menschlicher Fuss betreten. Zuweilen toben da oben bei eintretendem Tauwind die Lauinenstürze so furchtbar, es heult der Wind so schauerlich durch die kahlen, wild zerrissenen Felsmassen, dass die Bewohner des Thales unten sich bekreuzen, als ob die ganze Hölle mit ihrer wilden Jagd da oben wütete. Aber dem rechten Alpenklubisten ist auch des Teufels Revier nicht zu hoch, und im Sommer 1872 hat der schweizerische Alpenklub sogar fünf Stunden oberhalb Sichelauinen an der Moräne des Roththal-Gletschers eine Schirmhütte erbaut, von wo aus es ermöglicht wird, nach einer, wenn auch meist sehr verkümmerten Nachtruhe früh beim Tagesgrauen in das gefährliche Thal einzudringen, in welches bei hellen,

warmen Sonnentagen gegen Mittag von der Nord-, Ost- und Südseite, wie in einer dem schwersten Bombardement ausgesetzten Festung, unablässig die Eis- und Schneelauinen niedersausen. Der Lehrer von Lauterbrunnen, von Allmen, welcher im Sommer eine Bergwirtschaft in Trachsellaunen führte, belehrte Merz über die Unthunlichkeit, ohne kundigen Führer da hinaufzusteigen, und machte seinem Amtsgenossen, dessen lebhafter Wunsch nach der ebenso beschwerlichen als gefährlichen Tour ihn selbst, einen passionierten Bergsteiger, ansteckte, den Vorschlag, einen der ersten Führer von Lauterbrunnen, Joh. Bischoff, zum Mitgehen zu veranlassen. Allen war darangelegen, das wenig bekannte Gebiet näher kennen zu lernen, von welchem aus man schon öfters, und einigemal auch mit Erfolg, versucht hat, auf den Roththal-Sattel hinauf und von da auf die Spitze der Jungfrau oder rechts, dem Aletschgletscher folgend, nach dem Walliser Eggishorn zu kommen. Sie freilich gedachten nur in das Roththal einzudringen und nach genauer Besichtigung wieder den Rückweg nach Lauterbrunnen anzutreten. v. Allmen hatte Dienstag abend noch den Führer Bischoff heraufgeholt, und Mittwoch früh um ein Uhr, ohne dass die Aufregung, die uns in solchen Augenblicken beherrscht, einen erquickenden Schlummer zugelassen hätte, brachen sie trotz des Wetterleuchtens, das bald aufhörte, nach dem Stufenstein und von da über öde Felsenbänder, Geröllhalden und dürre Alpenfetzen nach der Bärenfluh auf, um dann nach einer schwierigen Felsenkletterei in das Roththal einzubiegen und um halb fünf Uhr in der Klubhütte während eines leichten Streifregens von der ersten Anstrengung zu ruhen. Was man mit diesem Namen bezeichnet, ist meistens nicht mehr als ein künstlich angelegtes Felsenloch, mit etwas Heu und Holz, einer Flasche Wein und Kaffee ausgerüstet, ein Bestand, den aber nur der von äusserster Not Getriebene vermindern darf, den vielmehr jeder Besucher gewissenhaft erhalten hilft. Wie beschwerlich, wie unzugänglich für nicht absolut schwindelfreie Köpfe

auch der Weg bis hierher sein mag, weitere Gefahren birgt er nicht, wenn nicht etwa Nebel einen Führer überfällt, der nicht vollkommen da zu hause ist, oder wenn nicht Sturm und Gewitter die Wanderer unter Felsen begräbt oder in den Abgrund schleudert. Diese Klubhütte liegt in der nördlichen Seitenmoräne des grossen Roththalgletschers, einer öden, wilden Schutt- und Trümmerhalde, die aber einen prachtvollen Rückblick über das Lauterbrunnenthal bietet. Drüben steht über der andern Thalwand das starre Schilthorn mit grünen Alpen und Wäldern und dem freundlichen Gasthof von Mürren zu Füssen, noch tiefer nach links folgt das lachende Bergdorf Grimmelwald, und dann der zwölfarmige, milchsäumende Schmadribach, dieser seltsamste und wunderbarste aller Wasserfälle; rechts aber stehen die senkrechten Felsenwände des „schwarzen Mönchs“ mit ihren roten Riesenflecken und Streifen. Und hierhin wendet sich der Roththalfahrer nach dem wirren, steilen Felsenlabyrinth, das rechts von dieser Felswand zur Jungfrau und dem „Roththalsattel“ hinaufsteigt, um hier, über Felsen, Eis- und Schneefelder aufsteigend, den obersten Kamm des ringförmigen Felsenzirkus zu erreichen, welcher das Thal wie einen tiefen Kessel umschliesst; ein Thal, dessen Sohle 8000 Fuss über der Meeresfläche liegt. Es muss wohl eine überaus merkwürdige Thalsole sein: denn sie ist, wer weiss wie hoch, mit Eis- und Felsblöcken und Lauinenmassen bedeckt und erhält täglich reichen Ersatz für das, was die glühende Sonne als Nebel emporzieht oder als rauschenden Gletscherbach über die Felsen hinabschickt. Auf diesem Boden zu wandern hat seine ernstesten Gefahren, und der Sturz in die Risse der Schluchten des kraus gehäuften Schnees ist noch das mindeste; denn ein scharfes Auge und ein umsichtiger Tritt vermag viel. Aber der leise Stoss des Windes, der Widerhall des Echos sogar erschüttert da droben einen schmelzenden Eiszapfen, der bis dahin einen über ihm ruhenden Eisblock getragen, er weicht, mit leisem Knistern brechen andere, es kracht da und dort, es fängt

an zu rutschen, zu rauschen, zu donnern, und ehe eine Minute vorüber ist, tobt es in hausgrossen Massen die altgewohnten Lauinenbahnen herab. Dem Alpensteiger bleibt da nichts übrig, als was dem stürmenden Soldaten im Feld bleibt; ohne an ein Ausweichen zu denken, muss er fest und entschlossen seinem Ziel entgegensteuern und im übrigen donnern und stürzen lassen, was da stürzen will. Aber deshalb weiss er auch, dass nur die frühen Morgenstunden, in denen neuer Nachtfrost alles mit seinem eisigen Hauche festgekittet hat, dem besonnenen Manne den Eintritt in diese Welt gestattet. Deshalb steht dort die Hütte: ein ernstes Nachtquartier, eine Herberge ohne Wirt und Bedienung und doch von dem weit umhergestiegenen Bergerkletterer oft ersehnt und begrüsst wie ein liebes, glückbringendes Heimathaus. Aus der an einen mächtigen Felsblock gelehnten Steinhütte stiegen sie nun über eine wilde Schutthalde zu einem steilen Schneefeld, das sie quer überschritten, um zu einer zerrissenen Felsenmauer zu gelangen, die unerklimmbar schien, ein fast senkrecht aufgebauter Wall mächtiger Granitmassen, der unserem Merz die Gedanken der Umkehr ernstlich erweckte. Das sei die schlimmste Stelle, meinte Bischoff, und so knüpften sie sich an das Seil, und so ging es denn fast senkrecht hinauf von Fels zu Fels, von Absatz zu Absatz, deren mancher nicht die doppelte Breite des menschlichen Fusses hatte. Endlich gelangten sie an eine jener mit Schnee und Eis angefüllten Felsrinnen, die bis zu den Gipfeln der Berge hinaufziehen, aber auch den Lauinen ihrer Gletscher und Schneefelder als vielbefahrener Kanal zur Tiefe dienen. In dieser konnte man leichter aufwärts steigen, wenn man um ihrer Steilheit willen auch fort und fort Stufen in den den Boden deckenden eisharten Schnee hauen und sich der Gefahr einer herabstürzenden Lauine aussetzen musste; aber es war ja noch früh am Morgen und das Roththal lag noch tief im Schatten der Jungfrau. Die stundenweit hinaufziehende Schneekehle hatte zumeist nicht mehr als 30 Fuss Breite, in der Mitte eine

vertiefte Rinne und zu beiden Seiten steile Felsen, bis zu 20 und 30 Fuss. Sie waren noch nicht weit vorgedrungen, als einzelne kleinere Steine mit grosser Geschwindigkeit rollend und springend herabsausten. Es blieb nichts übrig, als sich zu ducken und dieselben über sich hinwegspringen zu lassen. Doch vermieden sie nun die nächste Nähe der Rinne, und als sich das Rollen öfters auch mit Eis und Schnee wiederholte, strebten sie, wo irgend möglich, die Felsen zu erklettern und auf ihnen ihr Aufsteigen fortzusetzen. Endlich fand sich eine solche Stelle, aber auf dem schieferigen und viel weniger festen Gestein wurde das Klettern immer gefährlicher, und als sie gegen elf Uhr einen kleinen Fluhsatz erreichten, wurde er Rastort und Forum zugleich. Noch zwei tüchtige Stunden sei es auf den Sattel, meinte der Führer, und riet zur Umkehr, weil sonst auch heute Trachsellaunen nicht mehr zu erreichen sein würde. Da ging es Merz, wie es mir einmal auf der Isola persa des Morteratschgletschers ging, die wir mit einem wenig kundigen Führer, den wir auch nicht zu dieser weiteren Tour bestellt hatten, durch die wilden Trümmer eines mächtigen Gletscherbruches bestiegen hatten. Dort zogen wir die unbekannten Schwierigkeiten der Diavolezza-Tour der Umkehr unbedingt vor, da wir nach jener Seite hin wenigstens keine so wilden und gräulichen Gletscherisse mehr zu überwinden hatten. So schlug auch Merz vor, lieber die zwei Stunden hinaufzusteigen und gar nicht mehr zurückzukehren, sondern von oben den wenigstens von Lauinen nicht so gefährdeten Weg nach dem Eggishorn einzuschlagen. Bischoff wollte nichts davon wissen, doch machte er sich zuletzt auf, um zu rekognoszieren, kam aber mit der Nachricht zurück, dass es fast unmöglich sei, hier weiter zu kommen. Also umkehren! Aber jetzt, gegen die Mittagsstunde? Wäre es nicht besser, den Abend abzuwarten? Aber welche Pein und welche Gefahr für die drei Männer, stundenlang hier zu liegen, ohne jede Bürgschaft, dass dadurch wirklich die Gefahr vermindert würde! Konnte

nicht ein Gewitter aufziehen oder der Föhn seine weichen, schmelzenden Luftwellen über die Schneefelder führen? Nein! noch ist's nicht so heiss, noch fiel keine Lauine; also rasch zurück und fort aus ihrem gefährlichen Bereich. Eilig und vorsichtig zugleich geht es hinab am festen Gletscherseil über die Felsen zu der grausigen Gletscherbahn; mit den Absätzen fest in die beim Heraufsteigen gehauenen Stufen sich einhackend rücken sie abwärts, nur zuweilen liegen neue Schneetrümmer im Wege. Bischoff treibt zur Eile, die Vorsicht mahnt zu sorgfältigem Schritt und Tritt, Hoffnung und Sorge kämpfen in den Gemütern der drei Männer, die in dieser Mittagsstunde wie schwarze Punkte auf dem Eisgrund zwischen den Felsen langsam abwärts rücken. Drüben aber auf dem andern Felswand-Ufer des tiefen Lütschinen-Thales liegt Mürren. Das stattliche Hotel, dessen helle Glasscheiben im Sonnenglanze weithin leuchten, bewirtet eben zahlreiche Gäste aus allen Ländern der Welt an seiner Table d'hôte; mit dem Fernrohr schauen sie dann nach dem Schluss der reichlichen Tafelmahlzeit hinein in die Berge, auch in des Roththals starre Felsenzähne und die von Gletscherhorn und der Ebnenfluh in dasselbe hinabziehenden glänzenden und von Lauinenfurchen durchzogenen mächtigen Schneegefülle, plaudern und scherzen, jubeln auf, wenn doch eine Lauine fällt, und warten auf den berühmten Roththal-Spuk, das wilde Heer der Berner Volkssage. Auch das Roththal nämlich hat eine Sage, wie die Blümlisalp, von blühenden Alpen und gottlosen Menschen, um derentwillen die Strafengel Gottes alles mit ewigem Schnee und Eis verschüttet haben. Die verfluchten Bewohner aber ziehen zuweilen in wilder Jagd, mit furchtbarem Lärm und Getös umher, eine wilde Blocksbergnacht feiernd mit Hexen und Teufeln im Bunde, und der Lauterbrunner, wenn er das seltsame Tosen hört, spricht sein Abendgebet und schliesst seine Thüren und Fenster. Aber auch manch verständiger Wanderer, der Naturforscher selbst, will schon ein überaus seltsames Tosen und Toben da oben vernommen haben, und

jeder erklärt es in seiner Art. Ob die in Mürren an jenem Mittwoch mittag etwas hörten? Ich weiss es nicht. Aber das Volk oder doch die poetischen Bücher erzählen uns, dass die Bergmännlein im Roththal die Menschen hassen, und dass sie dieselben äffen und höhnen und endlich in wilder Lust verderben. Die mächtig beschleierte fremden Alpensteiger in Mürren, die sich Mürren und Wengernalp oder, wenn's hoch kommt, das Faulhorn auf ihren Alpenstock brennen lassen, und die geputzten Damen unterhalten sich freilich auf der breiten Terrasse, in dem niedlichen Pavillon und dann im lichterschimmernden Saal, dessen Fenster nun rot hinüberleuchten durch die dunkle Nacht zum Roththal-Saume, zu gut, als dass sie solchen Gespensterpuks da drüben noch gedächten — und dann geht alles zur Ruhe und schläft den Schlaf der Gerechten.

Um Mitternacht aber erwacht drüben aus langer Todesbetäubung ein Mensch. Ein kalter Windstoss hat den Erstarrten erweckt. Da schreckt er auf: eben noch stieg er in heller Sonnenglut mit seinen Gefährten über das blendende Eis — jetzt ist's schwarze Nacht um ihn, sein Augenlicht erloschen. Ist er in nächtlicher Tiefe begraben? Er kann sich regen, wenn auch mit Schmerzen, er fühlt den frischen schneidenden Wind der eisigen Höhe; wohl greift die schmerzende Hand an eine blutende Stirne, aber er kann diese Hand noch sehen, und mehr als das, die Sterne droben, auch die düstere Felsenwand kann er erkennen, auf die ihn der Luftstoss der Lawine geschleudert — oder die sorgliche Hand der Hilfe holenden Gefährten gebettet hat? Er will schreien, aber die Stimme versagt; sich erheben, aber kraftlos fällt er zurück. Ein eisiger Frost schüttelt ihn, und doch muss er liegen — harren! Da bricht ein heller Schein aus den dunklen Wolken hervor. Ist's die Sonne — er reibt die Augen, er starrt hinauf, aber neue Wolken ziehen darüber, es ist nicht die Sonne, die ihm und seinen Genossen eben noch schien, es ist die stille Königin der Nacht. Das Seil, das ihn mit jenen fest ver-

bunden hatte, ist fort, auch Hut und Stock, und die Kleider zerfetzt und weggerissen. Auch die Brille, die der kurzsichtige Büchermann fürsorglich hinter dem Kopfe zusammengebunden hatte, um sie nicht bei einem Rutsch oder Falle zu verlieren, ist fort; doch nein! ihre Trümmer mit einem Glase hängen noch um den Hals. So ist ihm doch das nötigste Mittel geblieben, seine trostlose Lage nicht nur geistig, sondern auch leiblich zu überschauen. Aber erst muss er warten, bis der Morgen graut, furchtbare Stunden sehnsuchtsvoller, sorgenschwerer Erwartung; und lange, lange muss dann, als der Tag heraufdämmerte, das Auge ausschauen, um die Art und Natur der fremden und völlig unbekannten Umgebung, die Richtung und den etwa einzuschlagenden Weg zur Klubhütte einigermaßen festzustellen. Denn im Hochgebirge gilt kein planloses Versuchen. Hier, wo alle Entfernungen weiter sind, als sie scheinen, heisst ein Fehlgehen Stunden des Tages und der eigenen Kraft nutzlos vergeuden; hier ist der scheinbar natürlichste Weg gewöhnlich der unmögliche, und deshalb muss hier das Auge den Pfad, der versucht werden soll, zuerst in allen seinen umsichtig zu verbindenden Einzelstrecken feststellen; vielleicht zeigt sich freilich auch dann noch ein ungeahntes Hindernis von unüberwindlicher Art. Allmählich erinnerte sich Merz, wie ihn ein wuchtiges Andrängen in die Höhe gehoben und eine Strecke weit hinabgeschleudert habe, wie sie dann alle drei im Flug hinabrutschten und im Anblick eines furchtbaren Abgrundes in ein lautes Geschrei ausbrachen. Er rief jetzt die Namen seiner Gefährten, aber er hörte keine Stimme, keine Antwort! Bald hatte er sich wieder, auf- und abwärts kletternd, in die Nähe der untern Fortsetzung der Schneekehle hingearbeitet, aber erst nach unsäglichen Anstrengungen vermochte er in dieselbe hinabzusteigen, die in der Morgenfrühe keine Gefahr und die sichere Richtung zur Klubhütte bot. Rutschend und gleitend ging es da hinab, wobei die blutenden Finger die Stelle des verlorenen Alpenstockes vertreten und die verderben-

bringende Schnelligkeit der Abfahrt hemmen helfen müssen. Zuweilen gönnte dann sich und seinen schmerzenden Gliedern der Einsame eine kleine Rast auf einem über der eisigen Sohle liegenden Felsblock. Dann kam eine träumerische Müdigkeit über ihn, aus der ihn seltsame Töne, bald ein Klingen und Pfeifen, bald ein Rufen und Schreien aufschreckten, dann sah er hinab auf die Schneefelder und bemerkte deutlich kleine schwarze Punkte langsam aufwärts steigen; das waren wohl die treuen Gefährten, die ihn auf den Felsen gebettet hatten und jetzt zur lieben Heimat holen wollten! Aber bald zeigte sich doch, dass nur die Sehnsucht des Auges die schwarzen Felsenpunkte bewegte. Noch galt es, lange über Schnee und Eis hinabzusteigen, aber die geschwollenen Füße schmerzen, die Schuhe sind schneeweich und zerrissen; so hängt sie denn der in die wirre Wildnis Verschlagene über die Schulter; besser als der lotternde Schuh klebt der Strumpf, und als auch er zerrissen, die warme Sohle an der Eisfläche. Bald fährt er im Fluge herab, bald muss er mühsam über Lawinentrümmer und Felsenblöcke emporsteigen. So hat er den ganzen Donnerstag sich abgemüht, aber immer gewisser und bekannter ist ihm dabei doch die Umgebung geworden, freudiger Mut beseelte sein Herz: dort in der Klubhütte wird er die Kameraden wiederfinden! Aber noch einmal äffen ihn die Geister des Roththals, denn als er um den bekannten grossen Felsblock biegt, um in dieselbe einzutreten, war nichts davon zu sehen, und schon sank die Sonne, um bald Dämmerung und Nacht über die Berge zu senden. Wohl musste die Hütte in dieser Steinwüste sein, aber wie die unscheinbare finden? Wieder überfällt ihn ein Schlummer der Ermattung. Aber es ist kein Schlaf, er sieht alles, er hört alles, und endlich reisst ihn der Gedanke empor, dass er hier erfrieren muss, wenn er nicht vor Nacht noch die Hütte erreicht. Mit der letzten Kraft beginnt ein neues Steigen und Klettern über Fels und Gestein, ein mühsames, aber doch kein so verzweifelt gefahr-

volles Vordringen mehr. Und siehe, dort liegt endlich die bekannte Hütte, und was noch mehr — er hört in ihr deutlich die beiden Genossen laut und vernehmlich reden! Mit letzter Kraft eilt er hinein, aber lautlos starrt ihm der leere Raum entgegen. Alpengeister-Spuk nennt das der Volksmund, Hallucinationen heissen's die Gelehrten. Merz weiss nur, dass er sie deutlich und klar gehört und nicht gefunden hat. Eine lange, traurige Nacht, ein kurzer, ruheloser Schlummer, dann die Überzeugung, dass die Genossen nicht hier sind, noch hier waren! Zwar einmal noch fasst ihn freudiges Hoffen, dort hatte v. Allmen dem Freunde die Uhr beim Aufsteigen bis zur Rückkehr versteckt: Horch! wie sie tickt! Also muss er sie aufgezogen haben. Wie ein Jäger schleicht der Gerettete leicht hinzu, das erfreute Ohr an die Verkünderin der Rettung zu legen. Aber jetzt ist sie still und stumm! So sind die Kameraden wohl ohne Zweifel drunten im Roththal begraben. Ihn erquickt kaum der „eiserne Bestand“ der Klubhütte, und doch wärmt ihn der Trunk, doch kann er ruhen bis gegen Morgen, wenn auch nicht schlafen. Auch von dieser einsamen Nacht voll trauriger Gedanken hat die glänzende Gesellschaft drüben in Mürren keine Ahnung. Aber draussen vor dem Hause, wo die biedereren Führer versammelt sind, ist von dem und jenem die Rede, und auch unserer Drei gedenken sie und berechnen, dass sie jetzt zurück sind in Trachsellaunen oder droben auf dem Eggishorn, und dass sie einen guten Tag erraten haben und wohl manches Neue über das Roththal berichten werden. Der Freitag Morgen kam. Es wird ein Weg von vier bis fünf Stunden sein, von der Klubhütte steil hinab nach Sichellaunen, für den, der ihn kennt. Merz hatte ihn zum Teil im Dunkel der Nacht, überall aber im Geleit zweier Führer gemacht, die hier vorwärts eilten, und so hatte er sich wenig orientiert. Aber auch seine Kraft war gebrochen. Hatte er auch im ganzen die Richtung behalten: er verstieg sich an Orte, wo die Führer seine Rettung unbegreiflich nennen, und in immer neuem Mühen

brach der Abend herein; noch lag immer tief unter ihm das freundliche Thal, noch umgab ihn nichts als schauerliche Felsenwüste. Hunger hatte er nicht, aber furchtbar quälte ihn der Durst, den kein Gletscherwasser stillt, und selbst dieses fehlte in der öden Wüste. So musste er oft die natürliche Richtung seiner Kletterwege verlassen, um ein Bächlein aufzusuchen, an dem er die brennenden Lippen kühlen konnte, eine Wohlthat, die er mit stundenlanger Kletterarbeit, mit entsetzlicher Zeit- und Kraftverschwendung bezahlen musste und doch nicht entbehren konnte. Zuweilen auch stieg er eine steile Felswand in brennender Sonnenglut abwärts, bis jeder Anhalt aufhörte und er, an der hohen Mauer schwebend, einem kleinen bröckelnden Sternzacken sein Leben anvertrauen oder wieder aufsteigen musste, mühsam und verzweifelt, einen andern Abstieg zu versuchen. In ausgetrockneten Rinnsalen legte er sich schlafen, aber es kam kein Schlaf; in schrecklichen Fieberträumen verbrachte er die Nacht, die jedes Weitergehen mit Todessturz bedrohte, und morgens ging das Klettern von neuem an. Aber die Kraft versagte. Oft legte er sich nieder, ob nicht der ersehnte Todesschlaf seine milden Flügel über ihn senken wollte: manchmal raunte ihm auch ein wilder Geist ins Ohr, mit einem Fehltritt seiner Qual ein Ende zu machen. Aber sein sittliches Bewusstsein siegte stets über solche Versuchung physischen Jammers, wiewohl er sagt, er habe nur noch den Wunsch eines raschen, baldigen Todes gehabt. Aber wenn er auch abends sich niederlegte, hoffend, nicht mehr aufzuwachen, so riss ihn doch die erste Morgenhelle fieberhaft empor zum neuen Kampf um das Dasein. So kam der Sonntag, der Tag des Herrn, da er sonst im Hause Gottes unter seiner lieben Jugend sass und heilige Lieder anstimmte. Er wusste nicht mehr, was es für ein Tag sei. Noch schleppte er sich weiter; er gelangte endlich auf grüne Alpenfetzen, wie sie den Übergang zu den obersten Alpen bilden, und siehe, da drüben, nicht fern bewegt sich etwas; er schaut und schaut, es sind

Ziegen und bei ihnen der Geisbub der Herde. Da richtet er sich auf, da erhebt er seine Stimme: aber sie ist heiser, unhörbar; er wirft Steine, er schwingt die Fetzen seiner Kleidung, bis er bewusstlos niedersinkt, und — als er wieder erwacht, ist's Nacht und alles wie ein Traum. Drunten in Lauterbrunnen war es ja auch Sonntag geworden, und den Frauen und Kindern, wie den Mitbürgern allen war es immer bedenklicher geworden, dass v. Allmen und Bischoff noch immer nicht zurück waren; zuletzt kam es auch heraus, dass sie am Donnerstag und Freitag nicht auf dem Eggishorn erschienen waren, und die Sache wurde nun den guten Kameraden höchst bedenklich. Es sind biedere und treue Männer, diese Berner oberlandführer, und sie lassen keinen Fremden und keinen aus ihrem eigenen Kreise im stiche. Kaum war also die Sachlage übersehen, so machten sich auch etliche auf den Weg, und am Abend fanden sie droben im Gebiet der Klubhütte Merz, mehr tot als lebendig. Das Eine nur konnten sie von ihm erfahren, dass die Genossen droben lägen im Lauinensturz des Roththals; dann trugen sie ihn hinab, und ihrer zwanzig brachen noch um Mitternacht mit Pickeln und Schaufeln auf, die Leichen ihrer Brüder zu suchen. Und sie haben sie nach viertägigem Suchen herausgeholt aus der Eiswüste droben und bei der Kirche daheim ins stille Grab gelegt. „Jetzt ist Merz wieder drüben über dem See“, sagte der Pfarrer von Twann, der mir das alles beim nächtlichen Lampenschein so gar lebendig erzählte; „er ist um zehn Jahre älter geworden, und die Berner Oberlandsberge sieht er mit ernsteren Augen da drüben glänzen, als der flüchtige Tourist, der auf der Eisenbahn in unsere Schweiz hereinfährt und jubelnd die schönen Schneeberge begrüsst.“

Die Nordseeküsten.

Dem Binnenländer scheint der Boden der Heimat etwas unverrückbar Festes zu sein. Bilder seiner Vaterstadt

aus früheren Jahrhunderten zeigen ihm Häuser und Strassen auf demselben Platz; nur ihr Äusseres und ihren Umfang hat die Neuzeit verändert. Er findet Denkmäler aus grauer Vorzeit, Überreste von Bauten, die vor fast zwei Jahrtausenden aufgeführt wurden, nur dass Kriegs- oder Elementarereignisse sie im Lauf der Jahrhunderte mit einer Schuttlage bedeckt haben, oder dass Wind und Regen verwitternd auf das Gestein einwirkten, und so aus stolzen Burgen und mächtigen Türmen zerbröckelnde Ruinen geworden sind.

Mit ganz anderen Augen sieht dagegen der Küstenbewohner die Scholle an, auf der er lebt. Er weiss, dass er auf unsicherem Boden seine Wohnung aufgeschlagen hat. Er hat den unablässigen Kampf des Festlandes mit dem Meer vor Augen, dessen Angriffe zerstörend wirken und das zuletzt immer den Sieg davonträgt. Ist die Küste steil und felsig, so sieht er, wie die Stösse der anstürmenden Wogen das Gestein unterwaschen und aushöhlen, so dass die oberen Schichten, ihrer Unterlage beraubt, in das Meer stürzen. Er kann berechnen, um wie viel jährlich der Schauplatz dieses unaufhörlichen Kampfes ihm näher rückt. Oder sieht er von sandiger Flachküste hinaus auf das bewegte Element, das er liebt, obwohl es ihn mit steten Gefahren umgibt, dann ist es weniger die tägliche zerstörende Wirkung der gierigen Wellen, die sein Eigentum bedroht, vielmehr sind es aussergewöhnliche, furchtbare Elementarereignisse, die ihn ungeahnt überfallen und jeder Gegenwehr spottend Menschenleben und Menschenwerk vernichten.

Ein klassischer Schauplatz solcher Ereignisse sind die Nordseeküsten. Zahlreiche Sagen leben im Munde des Volkes von versunkenen Städten und dem Untergang blühender Ortschaften, und was die Alten erzählen von selbsterlebten Sturmfluten und ihren vernichtenden Wirkungen, das verleiht diesen Sagen mehr als den blossen Schimmer schrecklicher Wahrheit.

Aber man braucht das unsichere Gebiet der Sage gar

nicht zu betreten. Eine Reihe von Vorgängen dieser Art ist historisch beglaubigt und fixiert; und wo die Geschichte nicht mehr hinreicht mit ihren Aufzeichnungen, da spricht das Bild selbst, das uns die Nordseeküste darbietet, beredt von dem, was sich im Lauf der Jahrtausende hier zugetragen hat.

Es ist unbestritten, dass die Nordsee in Zeiten, für welche uns die historische Bestimmung fehlt, nur durch das breite Thor zwischen Schottland und Norwegen mit dem atlantischen Ozean in Verbindung stand, und man nimmt an, dass sie damals ein verhältnismässig ruhiges Wasser war. Der gefährliche Charakter, den sie seitdem angenommen hat und der das Sprichwort „die Nordsee ist eine Mordsee“ hat entstehen lassen, wird datiert von dem Zeitpunkt an, als das Meer den Isthmus, durch welchen die britische Insel zwischen Dover und Calais mit dem europäischen Festland verbunden war, durchbrach, und so die ozeanische Flut auch durch den hiedurch eröffneten Ärmelkanal in das Becken der Nordsee eindringen konnte. Noch immer arbeitet das Meer an der Verbreiterung dieser Wasserstrasse.

Die stürmische Unruhe, welche sich seitdem des sogenannten deutschen Meeres bemächtigte, wurde für die angrenzenden Flachküsten um so verhängnisvoller, als eine säkulare Senkung des europäischen Kontinentes an jener Küste damit Hand in Hand ging.

Ein Blick auf die Karte zeigt das Bild der dadurch bewirkten Zerstörung. Die Inselkette, welche von Nordholland bis Nordschleswig dem jetzigen Küstenrand vorge lagert ist, besteht aus den Resten früheren Festlandes. Die Zwischenräume zwischen den Inseln, durch welche die Flut in das sog. Wattenmeer dringt, sind ebensoviele Breschen, welche der wilde Ansturm des Meeres im Lauf früherer Jahrhunderte geschossen hat. Noch heute nagt es mit zerstörender Gewalt an den sandigen Eilanden und stürzt sich oft verheerend zwischen ihnen hindurch auf den Rand der holländischen und deutschen Niederungen.

Nur einige historisch beglaubigte Veränderungen mögen die zerstörende Gewalt solcher Angriffe veranschaulichen.

Die Zuydersee entstand erst im Jahre 1282 durch Seestürme, welche die Landenge zwischen Nordholland und Friesland durchbrachen. Die Bildung des Dollart ist eine Folge von Einbrüchen des Meeres im 13. Jahrhundert, welche die Stadt Torum und 50 Märkte, Dörfer, Höfe und Klöster überfluteten und eine Wasserfläche von 6 Quadratmeilen Grösse darüber ausbreiteten. Auf ähnliche Weise trat in demselben Jahrhundert der Jadebusen an die Stelle eines $3\frac{1}{2}$ Quadratmeilen grossen fruchtbaren Festlandes. Im Jahr 1337 wurden 14 Dörfer der seeländischen Insel Kadzand weggeschwemmt. Von den Inseln, in welche Nordfriesland aufgelöst war, hatte sich bis zum Jahr 1634 Nordstrand als die grösste und blühendste erhalten, als ein Einbruch des Meeres die ganze Insel überflutete und 1338 Häuser und Kirchen, mehr als 6000 Menschen und 50000 Stück Vieh ihm zum Opfer fielen. Als das Meer zurückwich, liess es statt der einen grossen, noch drei kleine Inseln bestehen: Nordstrand, Nordstrandisch Moor und Pellworm, von welchen die erste im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts noch mehr von ihrem Umfang einbüsste. Die Trennung der Insel Helgoland von der dazu gehörigen sog. Düne erfolgte erst zwischen den Jahren 1770 und 1785.

Der Meeresgürtel, welcher den Raum zwischen diesen Inseln und dem Festland ausfüllt, ist von ganz geringer Tiefe, so dass zur Zeit der Ebbe der grösste Teil der sog. Watten blossgelegt ist und nur in grossen Wasserlachen und breiten Rinnen (Wattenströmen) das Meer seine Spuren zurücklässt. Einzelne der Inseln sind zur Ebbezeit zu Fuss vom Festland aus zu erreichen. Das ist die Zeit, während welcher der Schlickläufer*) seine Ernte hält und aus Schlamm

*) Schlick wird der vom Meer zurückgelassene Schlamm genannt.

und Pfützen Muscheln und kleine Seetiere sammelt. Nur zur Flutzeit ist das Wattenmeer befahrbar, und der Binnenländer, der zum erstenmal von einem der kleinen Häfen der Schleswig'schen Küste, z. B. von Husum aus, eine Fahrt zwischen den Inseln hindurch unternimmt, sieht sich zuerst in seinen Erwartungen bitter getäuscht. Er hat von einer Meerfahrt geträumt und sieht nun den Weg durch das schmutziggraue Wasser durch eingepflanzte Birkenbäumchen gezeichnet, während einer der Matrosen des kleinen, flachen Dampfers häufig mit einer Stange sondiert, ob auch das Fahrwasser noch tief genug sei. Ist die erste Enttäuschung überwunden, dann gibt freilich auch eine Fahrt im Wattenmeer genug zu sehen und zu denken. Unvergesslich wird vor allem jedem der melancholische Eindruck bleiben, den die sog. Halligen machen. Der Name bezeichnet eine Anzahl kleiner Inseln an der schleswig'schen Küste, von denen manche von so geringem Umfange sind, dass nur ein einziges Haus mit dem dazu notwendigen Grasboden darauf Platz hat. Bei jeder Flut wird das Stückchen Land bis zum oberen Rand vom Wasser umgeben, und keinen Tag ist der Halligbauer davor sicher, vor stärkeren Fluten in die oberen Räume seines Hauses flüchten zu müssen, oder von einer Sturmflut mit Hab und Gut vom Erdboden weggeschwemmt zu werden.

So gross nun einerseits die Gefahren sind, welche die wilden Einbrüche des Meeres über Inseln und Gestadeland mit sich bringen, so liegt doch andererseits gerade in diesen Überschwemmungen der Grund des Reichtums ganzer Küstenstriche beschlossen. Die Wasserwogen, welche über das Land hereinbrachen, haben den Meeresgrund aufgewühlt und sind erfüllt mit fruchtbarem Schlamm (Schlick), Pflanzenteilen und den Resten unzähliger Seetierchen, und alle diese festen Bestandteile lässt das Wasser als befruchtenden Dünger zurück und hat damit einen Gürtel fetten Marschlandes geschaffen, dessen üppige Weiden von den Marschbauern vielfach auf die einfachste Weise verwendet werden.

Sie kaufen im Frühjahr mageres Rindvieh ein, um es im Herbst als fettstrotzendes Schlachtvieh meist nach England auszuführen. So wird jährlich z. B. von dem kleinen Tönninger Hafen aus eine grosse Zahl von Schiffsladungen mit Marschvieh über die Nordsee nach englischen Häfen verfrachtet.

Dieser Handel sowohl, als der anderwärts auf der Marsch blühende Ackerbau würde dem Marschbewohner ein sorgenloses Dasein schaffen, müsste er nicht stets befürchten, dass das Meer ihm sein Geschenk plötzlich wieder raubt. Schon im frühen Mittelalter hat das friesische Volk deshalb begonnen, durch Deichbauten das kostbare Marschland zu sichern. Seit dieser Zeit ist es bis auf den heutigen Tag die Hauptsorge der Bewohner, ihre Deichbauten in stand zu halten, zu bewachen und zu erneuern. Deichgrafen wachen über diese Arbeiten, und gross sind die Opfer, die sie den Marschbewohnern aufliegen, so dass man sie wohl sagen hört, ohne die Deichlast könnten sie mit silbernem Pfluge pflügen. Fast kein Winter vergeht, in welchem nicht hier oder da an der Nordseeküste ein Deichbruch dem Meer Eingang schafft, und zahlreich sind die kleineren Beschädigungen, welche alljährlich mit der Gewissenhaftigkeit ausgebessert werden, welche das Bewusstsein von der Grösse der drohenden Gefahr in dem Küstenbewohner erzeugt.

Diese mühevollen Arbeit des Deichbaues dient aber nicht nur dazu, das bereits nutzbar gemachte Marschland zu schützen und zu erhalten, sondern der mit dem Meer um das Land ringende Mensch sucht auch, durch Vorschieben der Deichbauten gegen die Watten zu immer neue Eroberungen zu machen. So haben die Küstenbewohner zwischen der Elb- und Scheldemündung in den letzten 300 Jahren dem Meer 100 Quadratmeilen fruchtbaren Bodens entrissen. Das sind Landerwerbungen, mit denen die Politik nichts zu thun hat und von denen in den Tagesblättern nichts zu lesen steht, die aber um so wertvoller und ach-

tungsgebietender sind, weil sie die Resultate mühevoller, hingebender Arbeit sind für die kommenden Geschlechter.

Haben wir bisher das Meer als landraubendes Element kennen gelernt, gegen dessen Angriffe sich der Mensch mit allem Scharfsinn und aller ihm zu gebote stehenden Kraft verteidigen muss, so erübrigt uns nun noch zu schildern, in welcher Weise das Meer sich selbst einen Damm setzt, erbaut durch dieselben Kräfte, die sonst zerstörend wirken, nämlich durch den Wellenschlag des Ozeans und den über seine Fläche daherbrausenden Wind.

Die ganze Nordseeküste entlang ziehen sich die Dünen, diese natürlichen Bollwerke, hoch und stark genug, um auch den wildesten Stürmen zu trotzen. Und hätte nicht diesen Teil des europäischen Festlandes jene eingangs erwähnte säkulare Senkung betroffen, Sturmwind und Sturmflut allein hätten wohl kein so zerrissenes Küstenbild geschaffen, wie es uns an der Nordsee entgegentritt.

Wie aber vollzieht sich die Bildung der Dünen? Jeder, der einmal als aufmerksamer Beobachter am Nordseestrand geweilt hat, hat einen Einblick gethan in diese Werkstätte der Natur. Jedesmal, wenn er im stärkenden Bad die Wellen hat über sich brechen lassen, nimmt er den Kopf voll feinen Sandes mit heraus und hat damit die erste für die Erkenntnis dieses Vorgangs wichtige Erfahrung gemacht, dass jede Welle, die sich über den Strand hinwirft, mit Sand erfüllt ist. Bekanntlich führen die Flüsse eine Menge erdiger Bestandteile dem Meere zu, die dort, wo sie in einen verhältnismässig ruhigen Meeresarm geschoben werden, zu Boden sinken, sobald die treibende Kraft des Stromes aufhört. Dort bauen sie im Lauf der Zeit Sandbänke, hinter welchen sich breite, mit Meerwasser gefüllte Lagunen bilden, wie dies besonders an der norditalienischen Küste des adriatischen Meeres zu tage tritt. Wo aber das Meer, fast unaufhörlich bis auf den Grund erregt, gegen den Strand hinbrandet, da wirft es alle ihm zugeführten fremden Bestandteile wieder aus. So ist denn auch der

Nordseestrand bei jeder eintretenden Ebbe, so weit das Meer zurückweicht, mit einer immer neuen Sandschicht bedeckt.

Selten aber bleibt diese neue Decke bis zur nächsten Flut liegen. Wenn der Strand „trocken läuft“ und die Sonnenstrahlen die zurückgebliebene Feuchtigkeit aufsaugen, beginnt der Seewind sein Spiel mit der leichten Decke, und der Wanderer sieht bald den Boden um sich her in lebhafter Bewegung. Unaufhörliches Geriesel umgibt seine Füße, und steht er still, so kann er die Bemerkung machen, wie auf der Windseite der Sand sich an seine Schuhe ansetzt und durch den Widerstand aufgehalten sich allmählich anzuhäufen beginnt.

In ganz ähnlicher Weise beginnt die Bildung der Dünen. Die geringsten Bodenerhebungen, Sträucher, Holzstücke oder Steine bieten Fläche genug dar, um bei herrschendem Wind gleich unseren Schneewehen Sandwehen zu veranlassen, die im Lauf der Zeit zu ansehnlichen Hügeln anwachsen. So ist allmählich die schützende Dünenkette entstanden, die sich unmittelbar hinter dem Strand erhebt und dem Wanderer bis zu dem Augenblick, wo er ihren Gipfel erstiegen hat, den Anblick des Meeres verbirgt, während der auf der See heranfahrende sich dem unwirtlichsten Gestade zu nähern glaubt, weil die Sandhügel ihn nicht ahnen lassen, welche freundlichen Dörfer und wohlbebauten Felder hinter der schützenden Mauer gedeihen.

Die Dünenkette baut sich stets quer vor dem herrschenden Wind auf. Auf der Seeseite fällt sie steil ab, während sie gegen das Festland hin sanft geneigt erscheint. An der Nordseeküste erreichen die Dünen eine Höhe von 50—60 m; an den französischen Küsten sind schon solche von 100 m Höhe und darüber gemessen worden. An die erste Hügelreihe setzen sich meist noch andere an, so dass die ganze Dünenkette einen Gebirgszug im verkleinerten Massstab darstellt mit abwechslungsreicher Gipfelung, mit Längs- und Querthälern und passartigen Einsenkungen.

Der Küsten- und Inselbewohner segnet dies Geschenk des Meeres, und insbesondere die Inseln der Nordseeküste haben an ihm eine Schutzwehr, die sie vor rascher Zerstörung bewahrt.

Aber das Meer ist zu fürchten, auch wenn es schenkt. Die Dünen sind ein Schutz des Landes, aber ein gefährlicher Schutz. Gleichen sie auch den Gebirgszügen des Binnenlandes ihrem äussern Ansehen nach, so fehlt ihnen gerade das, was sonst Berg und Fels eigen ist, nämlich dass sie den Eindruck des Festen und Zuverlässigen machen, dass sie dem vergänglichen Menschen gegenüberstehen, als seien sie für die Ewigkeit gegründet. An der Düne ist von Natur nichts fest, sie ist in ihrer ganzen Ausdehnung in steter Bewegung. Langsam und vernichtend rückt sie in das Land herein, mit einem Wort, die Düne wandert. Wenn die erfrischende Seebrise an Heftigkeit zunimmt und gar zum Sturmwind wird, dann greift die Gewalt des Anpralls die Düne selbst an und wirft den Sand der ersten Düne über die anderen Reihen weg, um ihn hinter der letzten Reihe wieder fallen zu lassen und dort eine neue Hügelreihe zu bauen.*)

Die wandernde Düne begräbt alles, was ihr begegnet, langsam, aber unwiderstehlich unter ihren Sandwehen. Sie hat schon Dörfer, Städte, Wälder, ja ganze Landschaften vernichtet. Kein Menschenleben fällt ihr zum Opfer, aber machtlos sieht der Mensch, wie Haus und Hof, Wald und Feld von ihr verschüttet werden. Sie wandert 30—40 Schritte weit in einem Jahr, ja man hat an der französischen Küste schon ein Vorrücken von 50 m beobachtet. In Ostpreussen hat eine wandernde Dünenreihe in 50 Jahren 8000

*) An solchen Tagen ist es nur schwer möglich, die Düne zu überschreiten. Bewaffneten Auges und kriechend kämpft der Mensch sich durch den Aufruhr der Elemente, durch den wie Nadelspitzen auf die Haut sausen Sand, der mit solcher Gewalt geschleudert ist, dass er die Fensterscheiben der am Strand aufgebauten Hallen zerfurcht und undurchsichtig macht.

Morgen Strandforst verschüttet, und nur noch die Wipfel ragen aus dem Sand hervor als Zeugen eines vergrabenen Schatzes, den keine menschliche Macht mehr zu heben im stande ist.

Doch auch hier hat die Natur den Menschen nicht ohne Hilfe gelassen und bietet ihm die Mittel dar, um dieses unheilvolle Vordringen der Dünen zu hemmen. Man hat nämlich versucht, eine Anzahl von Gewächsen, die im Sand gedeihen, auf die Dünen zu verpflanzen, um durch die Wurzeln derselben den flüchtigen Sand zu binden und dadurch aus dem wandernden Hügel einen festen und stillstehenden umzuschaffen. Da ist vor allem die Sandsegge (*Carex arenaria*) zu nennen, die mit ihren weithin kriechenden Wurzeln den flüchtigen Boden wie mit einem Netz umspinnt; ferner der Strandroggen oder Sandhalm (*Ammophila arenaria*) mit seinen spitzen, starren, blaugrünen Halmen und die Sandgerste oder der Strandhafer (*Elymus arenarius*), von welchem jeder Halm seine Wurzeln bis zu 20 Fuss oder nahezu 6 m Tiefe in den Sand senkt. Wo diese Sandgräser einmal Wurzel geschlagen haben, da halten sie sich mit Zähigkeit fest. Weder die den Sand durchglühenden Sonnenstrahlen vermögen sie zu versengen, — die Feuchtigkeit, welche in dem über sie hinstreichenden Seewind enthalten ist, genügt ihnen zu ihrer Erhaltung; — noch lassen sie sich durch die vom Sturmwind über sie hingeworfene Sandschicht ersticken, immer wieder arbeiten sie sich zum Licht empor und verwandeln die gefährliche, sonst im Sonnenlicht weissglänzende Düne in einen grünenden Hügel — ein trostreicher Anblick für den Küstenbewohner. Ist es dann einmal gelungen, durch die Strandvegetation die Düne zu „dämpfen“, dann mischen sich allmählich auch andere Gewächse unter die Sandgräser, ja in manchen Gegenden ist es sogar gelungen, die Dünen mit Nadelholz zu bepflanzen und ihre Hügelkette mit ausgedehnten Waldungen zu bedecken.

Freilich hat es langer Zeit bedurft, bis der Mensch

dieses natürliche Hilfsmittel gebrauchen lernte. Man hat Jahrhunderte lang, auch nachdem die an den Küsten wohnenden Stämme längst für die Kultur gewonnen waren, dem Wandern der Dünen wie einem unabwendbaren Verhängnis zugesehen und hat es mit Ovid für verlorene Mühe gehalten, den Meerstrand bebauen und ihm Samen anvertrauen zu wollen.*) Erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts, als es an der Küste der Gascogne gelungen war, die Dünen mit Nadelholz zu bepflaizen, begann man allenthalben auch an den Nordseeküsten mit ähnlichen Versuchen. Es ist eine mühselige Arbeit, die grosse Geduld erfordert, aber, wenn sie gelingt, auch die lohnendste. An manchen Stellen freilich, wo die Heftigkeit der Dauerwinde zu gross ist, hat sich alle aufgewendete Mühe als vergeblich erwiesen. Aber fast überall war an der Nordseeküste die Arbeit mit Erfolg gekrönt, und an der holländischen Küste sowohl, wie auf den friesischen Inseln ist die Gefahr der Dünenwanderung beseitigt, und nur als schützender Damm lagern sich die Sandhügel zwischen die Ansiedelungen der Küstenbewohner und ihren nie ruhenden Feind, das Meer.

Über Grösse und Gestalt der Erde.**)

Wer auf flachem Lande wandert, wo weit und breit kein Hügel, kein Baum, kein Turm dem Auge ein Hinder-

*) Ovid bezeichnet als die vergeblichste aller Mühen: *litus arare* (Trist. 5, 4, 48) oder *arenae semina mandare* (Her. ep. 5, 115).

**) Zur Demonstration der hier wie in den folgenden Aufsätzen beschriebenen Erscheinungen sei auf den sehr geeigneten Apparat von Mang in Baden-Baden aufmerksam gemacht. Behufs Methode für den Unterricht möchte ich auf die Abhandlung von Gymnasiallehrer Böttcher in Leipzig verweisen. (Hoffmann'sche Zeitschrift Bd. 16, 1885, S. 161.) Zur Lektüre für Schüler und Erwachsene sei das in neuer Auflage erschienene Werk von Martus, Prof. und Rektor des Sophien-Realgymnasiums in Berlin, „Astronomische Geographie“ empfohlen; zur Orientierung für den Lehrer in bezug auf die zahlreiche Quellenliteratur: Geophysik von S. Günther, Prof. in München.

nis bietet, in die Ferne zu schweifen, dem erscheint die Erde als eine platte, kreisförmige Scheibe, und jeder Punkt, auf dem er stille hält, dünkt ihm Mittelpunkt dieser Scheibe zu sein. Mit jedem Schritte vorwärts rückt samt ihrem Mittelpunkt jene Kreislinie weiter, die das Auge als Grenze der Scheibe erblickt, und wie sich der Wanderer auch müht, diese Grenze zu erreichen, es ist vergeblich; sie weicht zurück, wie der Regenbogen vor dem Kinde, das ihn sucht, um von seinen glänzenden Farben zu sammeln. Da glaubt er denn auf einer ungeheuren Ebene zu wandeln, deren Grenzen in unbekannten Fernen liegen, und wenn er je davon gehört hat, dass die Erde, auf der er sich bewegt, eine Kugel sei, so regen sich vielleicht Zweifel in seinem Innern, weil er die Gründe nicht kennt, welche diese Behauptung stützen.

Die Erkenntnis, dass unsere Erde Kugelgestalt besitze, fehlte den alten Kulturvölkern lange Zeit. Die alten Inder, die alten Ägypter und selbst die Griechen zu den Zeiten Homers dachten sich, wie es der äussere Schein sie lehrte, die Erde als eine Scheibe, schwimmend auf dem ungeheuren Okeanos, dem Allumfasser; ja ihre ungezügelte Phantasie verleitete sie zu noch weit irrigeren Vorstellungen. So gaben die Inder der Scheibe die Gestalt einer Lotosblume, so erscheint sie bei Homer und später als cylindrische Scheibe, und Anaximander, ein Schüler des Philosophen Thales, gab an, dass die Höhe des Cylinders $\frac{1}{3}$ des Durchmessers betrage, und dass er im Mittelpunkte der zur Hälfte mit Wasser gefüllten hohlen Himmelskugel wie Kork auf dem Wasser schwimme.

Allmählich aber tauchten Zweifel über die Richtigkeit der alten Vorstellungen auf.

War die Erde wirklich eine flache Scheibe, wie erklärte sich dann die an den Küsten immer und immer wiederkehrende Beobachtung, dass von den aus weiter Ferne herannahenden Schiffen stets nur erst die Mastspitzen und mit wachsender Nähe mehr und mehr der ganze Rumpf

des Schiffes sichtbar wurde? Musste nicht vielmehr der ungleich voluminösere Körper des Schiffes eher gesehen werden können, als die schwachen Mastbäume? Woher kam es, dass die in der Ebene stets in gleicher Ausdehnung sichtbare Scheibe ersichtlich grösser erschien, je höher der Berggipfel war, von dem man sie betrachtete? War die zu Füßen liegende Landschaft auf einer flachen Scheibe ausgebreitet, so war die Erscheinung rätselhaft; sie war aber natürlich, wenn die Landschaft auf einer Kugel lag. Bei jeder Mondsfinsternis war der Schatten, den die Erde auf den Mond warf, durch einen richtigen Kreisbogen begrenzt. Wenn man eine Reise nach Süden unternahm — und wie häufig zogen die alten Griechen in das hochkultivierte Ägypten — so zeigten sich am südlichen Sternhimmel andere Gestirne, als man in der Heimat beobachten konnte, während gleichzeitig bekannte Sternbilder am nördlichen Himmel unter die vermeintliche Scheibe hinabgesunken waren. Zu gleichen Zeiten sah man in Orten auf gleichem Meridian die Sonne in anderer Höhe über der Scheibe, und in Orten gleicher Breite ging die Sonne um so früher auf, je östlicher sie lagen. Und keine dieser Erscheinungen konnte erklärt werden, wenn die Erde eine flache Scheibe war, alle aber mussten sich just so ergeben, wenn die Erde Kugelgestalt hatte.

Je mehr jedoch der Mensch lernte, die ihn umgebende Natur zu beobachten, je mehr Mittel ihm zu Gebote standen, sie zu befragen, und je mehr er es endlich verstand, seine eigenen Beobachtungen mit denen anderer zu combinieren, um so rascher verschwanden die irrtümlichen Vorstellungen. Schon Pythagoras fühlte das Unzureichende der alten Anschauungen, und Parmenides aus Elea (460 v. Chr.) und später Aristoteles zeigten auf grund der oben angeführten Beobachtungen, dass die Erde keine Scheibe, sondern nur eine Kugel sein könne.

Kaum aber war diese Erkenntnis gewonnen, so fragte sich auch schon der rastlose Geist nach den Dimensionen

dieser Kugel, und im 3. Jahrhundert v. Chr. wagte bereits Eratosthenes den Versuch, aus der Messung eines Meridianstückes zwischen Alexandrien und Syene den Umfang der Erde zu bestimmen. In der Mitte des Sommers nämlich beschien in Syene die Sonne zur Mittagszeit vollständig den Grund der tiefsten Cisternen, und kein Baum, kein Turm, kein Mensch warf einen seitlichen Schatten. Die Sonne stand also genau senkrecht über Syene, oder wie wir uns ausdrücken, sie befand sich im Zenith von Syene. Reiste man nun von Syene aus in das nördlich gelegene Alexandrien, so rückte gleichzeitig am Himmel die Sonne südlich. Aus der Schattenlänge des Gnomon (eines vertikalen Obelisken, der als Zeiger einer Sonnenuhr zum Messen der Tageszeiten und zu astronomischen Beobachtungen diente) ergab sich aber, dass zur selben Stunde, in welcher die Sonne im Zenith von Syene stand, sie sich $7\frac{1}{5}^{\circ}$ südlich vom Zenithe Alexandriens befand. Nun war aber Alexandrien von Syene 5000 Stadien entfernt, und somit schloss Eratosthenes: Rücke ich auf einem Meridian der Erde 5000 Stadien vorwärts, so beschreibt für mich die Sonne einen Bogen von $7\frac{1}{5}^{\circ}$ rückwärts; also muss der Umfang der Erde so oftmal 5000 Stadien betragen, als $7\frac{1}{5}^{\circ}$ in dem ganzen Umkreis von 360° enthalten sind, d. i. 250,000 Stadien.

Über den Wert und die Genauigkeit dieses Resultates wollen wir keine weiteren Untersuchungen anstellen; aber den Scharfsinn und die Kühnheit müssen wir bewundern, mit der die junge Wissenschaft schon damals vordrang und eine Methode der Erdmessung fand, die erst nach langer, langer Pause in unserm Jahrhundert ihre volle Ausbildung erhielt.

Die rasche Entwicklung, welche die geographischen Kenntnisse bald nach Eratosthenes in der alexandrinischen Schule durch die Arbeiten von Strabo und später von Ptolemäus nahm, stand aber dann mehr als ein Jahrtausend stille. Mit der Völkerwanderung verbreitete sich sogar

wieder tiefes Dunkel über die alten Forschungen, und weit armseliger als anderthalb tausend Jahre früher waren — im Abendlande wenigstens — die Kenntnisse über unsern Planeten: man leugnete selbst dessen Kugelgestalt.

Erst im Zeitalter des Kopernikus erlangte die Behauptung von der Kugelgestalt der Erde wieder allgemeine Geltung. Zur völligen Gewissheit wurde sie durch die seit Ferdinand Magalhaës (1519—1522) häufig wiederholten Erdumsegelungen, welche lehrten, dass der Schiffahrer unter Beibehaltung derselben Richtung stets zum alten Ausgangspunkte zurückkommt. Aber der eigentlich mathematische Beweis für die Kugelgestalt fehlte noch; und jetzt war es die alte Methode des Eratosthenes, welche ihn liefern sollte. Wenn die Erde eine Kugel war, so musste, auf welchem Meridian man sich auch vom Äquator nach Norden oder Süden um gleiche Strecken bewegte, ein im jeweiligen Zenith befindlicher Stern stets um gleichviel Grade nach Süden resp. Norden rücken. Inzwischen waren am Anfange des 17. Jahrhunderts die Fernrohre erfunden worden; die zahlreichen erworbenen Kenntnisse auf dem Gebiete der Physik verhinderten etwaige stärkere Beobachtungsfehler. Und so konnte man endlich an die genaue Untersuchung der Frage herantreten: Ist die Erde eine wirkliche Kugel, eine „Sphäre“, oder ist sie nur kugelähnlich, ein „Sphäroid“?

Noch einmal platzten die Widersprüche aufeinander, um dann für immer zu verstummen. Im Jahre 1669 unternahm Piccard die Gradmessung von Paris nach Amiens, und 1683 setzte Cassini die Messung der Linie bis zu den Pyrenäen fort. Jedenfalls infolge falscher Messungen oder Berechnungen fand man, dass im Süden Frankreichs ein Grad zirka 71 Toisen grösser war als im Norden, und daraus schloss man: die Erde habe die Gestalt eines in der Mitte plattgedrückten Eies.

Das widersprach aber völlig den Ergebnissen, zu welchen Newtons scharfer Geist durch anderweitige Betrachtungen gelangt war; das widersprach auch den Beobach-

tungen Richer's, der bemerkte, dass ein und dasselbe Pendel am Äquator langsamer schwingt als in Paris. (Siehe auch „Tag und Nacht“). Beide behaupteten, nach ihren Untersuchungen müsste gerade umgekehrt die Erde am Äquator nicht platt gedrückt, sondern erhöht, dagegen an den Polen abgeplattet sein. Lange Zeit wogte der Kampf der beiden Ansichten; er wurde endlich durch zahlreiche Gradmessungen in allen Ländern entschieden zu Gunsten Newtons. Der deutsche Astronom Bessel benützte alsdann die genauesten dieser Vermessungen zur Berechnung der Gestalt der Erde. Es ergab sich als Länge eines Meridiangrades am Äquator etwa 110,56 km, an den Polen 111,68 km und demnach als Länge des Äquatorradius 6377,40 km und als Länge des Polradius 6356,08 km. Somit zeigt die Erde an den Polen eine Abplattung im Betrage von $\frac{1}{300}$ des Äquatorradius; sie ist also keine Kugel, sondern nur kugelhähnlich, ein Sphäroid.

Dies wissen und beweisen wir heute. Aber wie viel tausend und abertausend Stunden scharfen Denkens und aufmerksamen Beobachtens hat es gekostet, dieses einfache Resultat zu gewinnen: „Die Erde ist ein Sphäroid.“ Wie viel alt überlieferte und neu auftauchende Irrtümer waren zu zerstören? Wie viel Neid, Missgunst, Böswilligkeit, Aberglaube standen dem Forscher entgegen? Als Kopernikus sein System veröffentlichte, liess man es durch Possenreisser verhöhnen. Selbst ein Voltaire spottete Newton gegenüber: Wer von London nach Paris reise, müsse seinen Gedanken immer eine ganz andere Richtung geben; denn dort betrachte man die Erde als Orange, hier aber als Zitrone. Mitten unter den wildesten Stürmen der französischen Revolution ging die erste grosse europäische Gradvermessung vor sich, und unbeirrt durch persönliche Gefahren und Unterbrechungen lösten die damit beauftragten Forscher glänzend ihre Aufgabe. Der Geist der Wissenschaft ist eben ein sieghafter Geist, und jene Ziele, die er kraft der ihm eingebornen Fähigkeiten überhaupt erreichen kann, er-

reicht er früher oder später. Am Ziele sind wir aber noch lange nicht, sondern erst am Anfange der wahren Erkenntnis. Denn nun fragt es sich: ist die als Sphäroid erkannte Erde etwa ein Rotationsellipsoid, das durch Drehung einer Ellipse um ihre kleine Achse entsteht? Hat es überhaupt eine mathematisch definierbare Gestalt? Wahrscheinlich keine. Aber das eine steht fest, was auch alle zukünftigen Forschungen der Erdmesskunst zu Tage fördern mögen: Will man die Erde mit ihren Gebirgen und Meerestiefen im kleinen darstellen, so würde selbst eine glatt polierte Kugel von 1 m Durchmesser sich noch unmerklich von der Gestalt der Erde unterscheiden.

Die Achsendrehung der Erde.

Wohl jeder von uns hat bisweilen in den ersten Augenblicken der Abfahrt seines Zuges aus dem Bahnhofe die Täuschung erlebt, als bewege sich nicht der eigene, sondern ein dicht neben ihm auf einem zweiten Geleise ruhender Zug, und nur ein Blick auf dessen Räder überzeugt ihn, dass er sich geirrt hatte. Dieselbe Täuschung erleben wir tagtäglich, wenn wir die Sonne über das Himmelsgewölbe ziehen sehen, nur dass wir hier nicht so leicht von unserm Irrtum überzeugt werden. Im Gegenteil, als die Wahrheit von der drehenden Bewegung der Erde vor etwa vierthalfhundert Jahren zuerst von Kopernikus wiederum sicher erkannt und bewiesen wurde, verhielt sich anfänglich selbst ein beträchtlicher Teil der Gelehrten ziemlich ablehnend dagegen. Freilich standen dem grossen Astronomen noch nicht so viele durchschlagende Beweisgründe zur Verfügung, und, was die Hauptsache war, die neue Wahrheit war recht vielen unbequem. Heute jedoch, nachdem vor etwa 40 Jahren durch Foucault den vielen andern Gründen auch noch ein streng mathematischer Beweis hinzugefügt wurde, kann sich niemand mehr der besseren Einsicht verschliessen.

Den einfachsten und deshalb verständlichsten Beweis, dass der Wechsel von Tag und Nacht nicht durch Drehung des gewaltigen Himmelsgewölbes, sondern durch Rotation der Erde erfolge, liefern wohl die Fallversuche. Zu dem Zwecke brauchen wir uns den Vorgang der Drehung nur recht deutlich vor Augen stellen, indem wir etwa ein in Bewegung befindliches Mühlenrad betrachten. Alle Punkte ein und derselben Speiche bewegen sich gleichförmig in einem Kreise um die Mühradachse, nur dass die von der Achse entfernt gelegenen Punkte viel grössere Kreise in der gleichen Zeit machen, als die nahe an ihr befindlichen. Wir sagen: Die Punkte am Umfange des Mühlenrades haben grössere Geschwindigkeit als die Punkte innerhalb desselben. Genau so verhält es sich bei der Drehung der Erde: Auch hier haben wir eine von Pol zu Pol gehende, freilich nicht greifbare, sondern nur gedachte Achse, und jeder Punkt der Erdoberfläche wie des Erdinnern beschreibt in der Richtung von West nach Ost einen Kreis um diese Achse innerhalb 24 Stunden. Ein Punkt des Äquators hat hiebei die grösste Geschwindigkeit; denn er muss in dieser Zeit den Äquatorumfang (s. Gestalt und Grösse der Erde) von 40070 km zurücklegen, d. h. in der Sekunde einen Weg von 464 m. Jeder Äquatorpunkt hat also die Geschwindigkeit einer abgeschossenen Büchsenkugel. Alle anderen Punkte der Erde bewegen sich um so langsamer, je näher sie an der Erdachse liegen. Wenn wir nun über den westlichen Rand eines sehr tiefen, senkrecht gebohrten Brunnens einen Stein hinabgleiten lassen, so kommt dieser Stein von einem Punkte grösserer Geschwindigkeit zu einem Punkte kleinerer Geschwindigkeit. Demgemäss muss der Stein, der ja die gleiche Geschwindigkeit hatte, wie der Punkt, an dem er ursprünglich lag, dem senkrecht unter ihm gelegenen Punkte voraus eilen, d. h. er wird nicht mehr an der westlichen Seite des Brunnenbodens aufschlagen, sondern um so näher am östlichen Rand desselben, je tiefer der Brunnen ist. In der That, als im Jahre 1831 Professor Reich im Dreibrüder-

schacht zu Freiburg i. Sachsen sorgfältige Fallversuche anstellte, ergab sich bei einer Fallhöhe von nur 157 m eine östliche Lotablenkung von etwa 40 mm.

In derselben Weise, wie die östliche Lotablenkung, erklären sich auch die Passatwinde aus der Rotation der Erde. Wir wissen: Von den Polen her strömt fortwährend kalte Luft an der Erdoberfläche nach den tropischen Zonen, um dort die infolge der Hitze sich nach oben ausdehnende warme Luft zu ersetzen und so Gleichgewicht im Luftdrucke herzustellen. Hätte nun die Erde gar keine Bewegung, so würden wir auf der nördlichen Halbkugel stets reinen Nordwind haben (natürlich abgesehen von örtlichen Winden). Nun dreht sich aber die Erde und mit ihr die sie umgebende Lufthülle. Luftschichten von höherer Breite haben aber, wie vorhin erwähnt, geringere Geschwindigkeit von Westen nach Osten, als solche von niedrigerer Breite, so z. B. hat eine Luftschicht unterm 50. Breitengrad eine Geschwindigkeit von 300 m, unterm 30. Breitengrad aber bereits eine solche von 400 m.

Könnte man die erste Luftschicht plötzlich an den 30. Breitengrad unter gleichem Meridian versetzen, so würde sie hinter den Punkten dieses Parallelkreises in ihrer Bewegung noch zurückbleiben, und zwar in der Sekunde um 100 m gegen Westen zu. Die sich ihr entgegen bewegendem Bewohner des 30. Breitengrades würden dies als heftigsten Orkan empfinden, der ihnen aus dem reinen Osten entgegenkommt. So sehen wir also: die vom Norden nach dem Süden wandernde Luft hat gleichzeitig eine relative Bewegung von Osten nach Westen, und beide Bewegungen zusammen bewirken, dass wir die Luftströmung als Nordostwind empfinden. Auf unserm Kontinent wird freilich dieser Nordostwind durch allerlei klimatische Einflüsse gestört; aber auf dem zwischen den Wendekreisen gelegenen Teil des atlantischen Ozeans z. B. tritt er als lebhafter Passatwind auf, und er war es, der seinerzeit Columbus auf seinem Segelschiffe Amerika

erreichen half, noch ehe der gesunkene Mut seiner Reise-
genossen ihn zur Umkehr nötigte.

Einen weiteren Beweis für die Achsendrehung der Erde liefert die Zunahme des Gewichtes der Körper, wenn dieselben vom Äquator weg in höhere Breiten gebracht werden.

Um die Beweiskraft dieser Beobachtung zu erkennen, wollen wir uns einen Augenblick an folgenden Versuch erinnern. Je schneller wir eine Schleuder um unsere Hand kreisen lassen, um so straffer spannt sich der Bindfaden; ja bisweilen reisst er mitten entzwei. Das letztere ist aber nur möglich, wenn eine Kraft in der Richtung des Bindfadens wirkt, welche, hervorgerufen durch die Kreisbewegung, mit der Geschwindigkeit derselben wächst. Diese Kraft ist uns allen bekannt unter dem Namen Schwung- oder Fliehkraft; sie stellt sich immer da ein, wo ein materieller Punkt gezwungen wird, auf einem Kreise sich zu bewegen, und ihre Richtung ist direkt dem Mittelpunkt des Kreises abgewendet. Denken wir uns nun die Erde einen Moment ruhend; alle Körper auf ihr werden zum Mittelpunkte hingezogen, durch die Anziehungskraft der Erde, eine Erscheinung, die wir in ihrem Gewichte erkennen.

Beginnt nun die Erde plötzlich ihre Achsendrehung, so ist einesteils durch die Anziehung jeder Körper gezwungen, sich auf einem Kreise zu bewegen, nämlich eben auf jenem Parallelkreise, auf dem er sich befindet. Anderntheils sucht ihn eben deshalb die dadurch hervorgerufene Fliehkraft von der Erde zu entfernen; beide Kräfte sind einander entgegengesetzt gerichtet; also heben sie sich in ihrer Wirkung teilweise auf, d. h. das Gewicht der Körper nimmt ab. Da nun aber die Fliehkraft um so grösser ist, je grösser die Geschwindigkeit der Kreisbewegung, so muss bei beginnender Achsendrehung das Gewicht am Äquator am stärksten, an den Polen aber gar nicht abnehmen. Das feinste Instrument, um diese Thatsache zu bestätigen, ist das Pendel, das ja um so mehr Schwingungen in einer be-

stimmten Zeit macht, je grösser die Schwerkraft ist, also die Kraft, die es immer wieder in die Gleichgewichtslage hereinzieht. In der That, als der französische Akademiker Richer im Jahre 1672 eine Reise von Paris nach Cayenne machte, bemerkte er, dass seine in Paris regulierte Pendeluhr in Cayenne täglich um 148 Sekunden zurückblieb. Er verkürzte daher in Cayenne das Pendel bis die Uhr wieder richtig ging; aber nach Paris zurückgekehrt, musste er demselben wieder die alte Länge geben, da die Uhr nun genau so viel täglich vorging, als sie in Cayenne zurückgeblieben war. Es darf freilich hierbei nicht verschwiegen werden, dass ein beträchtlicher Teil dieser Zeitdifferenz im Gange der Pendeluhr auch auf Rechnung der Abplattung der Erde gegen die Pole (vergl. Grösse und Gestalt der Erde) zu setzen ist; denn ein Pendel wird auch deshalb schon am Äquator schwächer in die Gleichgewichtslage hereingezogen, weil es ja dort weiter vom Mittelpunkt der Erde entfernt ist, als in unsern Breitengraden.*)

Wir werden uns nun zum schönsten und schärfsten Beweis für die Rotation der Erde wenden, zum Foucault'schen Pendelversuch.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass jeder Körper seinen einmal angenommenen Bewegungszustand so lange beizubehalten sucht, bis ihn eine weitere Kraft stört. Schwingt also ein Pendel einmal in einer bestimmten Ebene, so wird es ohne einen besonderen, neuen Stoss aus dieser Ebene nicht heraustreten. Wir können uns jederzeit davon überzeugen, wenn wir etwa an eine meterlange Schnur ein Kilo-

*) Dieselbe Erscheinung würden wir schon konstatieren können, wenn wir etwa den Gang einer Pendeluhr in Genf und auf der Spitze des Montblanc vergleichen würden. Allein gerade die Thatsache, dass eben Cayenne weiter vom Mittelpunkt der Erde entfernt ist als Paris, ist selbst schon wieder ein Beweis für die Achsendrehung der Erde und auf Rechnung der horizontalen Komponente der Fliehkraft zu setzen, von der wir bisher nur die vertikale in betracht zogen. Doch würden uns eingehende Betrachtungen hierüber zu weit führen.

grammgewicht binden und nun dieses Pendel etwa in der Längsrichtung der Dielen unseres Zimmer schwingen lassen. Wie wir uns auch mit dem Pendel im Zimmer bewegen mögen, immer wird es, wenn wir nur vorsichtig den Aufhängepunkt festhalten und ihm keine neuen Stösse geben, diese Richtung beibehalten. Denken wir uns nun am Nordpole ein Pendel an einem einfachen rechteckigen Gerüst aufgehängt und in der Ebene dieses Gerüstes in Schwingung versetzt. Wenn die Erde rotiert, so muss das mit ihr festverbundene Gerüst sich allmählig gegen die Schwingungsebene des Pendels, die ja nach dem oben erwähnten Naturgesetze immer dieselbe bleibt, andere und andere Lagen einnehmen. Der Beobachter erfährt hiebei, da er ja die Rotation der Erde nicht bemerkt, wiederum die Sinnes-täuschung, als ob umgekehrt die Pendelebene sich gegen die Ebene des Gerüstes drehte, und zwar innerhalb 24 Stunden um 360° . Nun können wir allerdings den Versuch am Pole nicht anstellen, da derselbe vorläufig für uns unerreichbar ist; allein schon in unsern Breitengraden ist diese scheinbare Drehung der Pendelebene bemerkbar. Der erste, der dies durch einen Versuch nachgewiesen hat, war Foucault. Im Pantheon zu Paris hingte er im Jahre 1851 an einen 67 m langen Stahldraht eine Kugel von 28 kg und versetzte dieses Pendel in Schwingung; nach einer Stunde ergab sich bereits eine Drehung von ca. 12° gegen die ursprüngliche Richtung. Damit aber war der unumstösslichste Beweis für die Achsendrehung der Erde geliefert. Die kindliche Vorstellung der alten Völker, als ob der gewaltige Weltenraum mit seinen Milliarden von Gestirnen täglich sich um seinen Mittelpunkt, die Erde, von Osten nach Westen wälze, war nun zerstört; aber erst diesem Jahrhundert war es vorbehalten, die unwiderleglichen Beweise für die Achsendrehung der Erde zu bringen, während doch schon 2000 Jahre früher der Mensch die Geheimnisse des Weltalls zu belauschen begann. Das lehre uns Bescheidenheit, aber auch Zuversicht.

Die Bewegung der Erde um die Sonne.

Es fällt uns nicht schwer, die scheinbare tägliche Bewegung des gestirnten Himmels auf die Vorstellung zurückzuführen, dass nur die Erde vermöge der Rotation um ihre Achse diese Erscheinung hervorruft; denn die Täuschungen, welche durch die relativen Bewegungen erzeugt werden, können wir alle Tage erleben, und unser Geist braucht nur auf die Verwandtschaft derartiger Erscheinungen aufmerksam gemacht zu werden, um sofort zu erkennen, dass sie aus einer Quelle fliessen. Fremdartiger mutet uns schon der Gedanke an, dass die Erde neben ihrer Rotationsbewegung auch eine fortschreitende besitzt; denn keine oberflächliche Betrachtung der Himmelserscheinungen lässt uns eine solche erwarten. Wir müssen schon etwas schärfer zusehen, um in dem Glauben wankend gemacht zu werden, als drehe sich die Erde ewig im nämlichen Punkt des Weltenraumes um ihre Achse. Wer freilich, mit einem guten Fernrohre bewaffnet, die Gestirne beobachtet, der bemerkt alsbald Dinge, die ihm rätselhaft erscheinen, wenn die Erde nicht selbst auf der Wanderschaft ist. Er sieht am hellen Tage, wie die Sonne Woche um Woche in einem andern Sternbild steht, er bemerkt, dass der Durchmesser der Sonnenscheibe im Winter grösser ist als im Sommer, und findet, dass die Fixsterne gar nicht so „fix“ an das Himmelsgewölbe befestigt sind, wie er glaubte, sondern dass sie im Laufe eines Jahres ganz kleine Kreise an demselben beschreiben. Solche und andere Erscheinungen lehren uns, dass die Erde keineswegs stille steht, sondern, einem Kreisel gleichend, durch den Weltenraum fortschreitet nach unveränderlichen Gesetzen.

Welcher Art aber ist der Weg, den die Erde wandert? Diese Frage hat uns zuerst Kopernikus beantwortet, derselbe grosse Astronom, der uns auch zum erstenmale wiederum gelehrt hatte, dass die Erde um eine Achse sich drehen muss. Sein drittes Axiom lautete: „Alle Planeten — also auch

die Erde — umkreisen die Sonne, die im Mittelpunkte der Kreise steht.“ Ihm fehlten freilich damals noch die strengen mathematischen Beweise dafür; doch war ihm zu unwahrscheinlich, dass die ungeheure Sonne sich um die winzige Erde drehen sollte, wie die alten Völker und auch noch seine Zeitgenossen glaubten. Andernteils wusste man von den übrigen fünf Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, welche seit grauer Vorzeit bekannt waren und beobachtet wurden, dass sie nicht stille stehen im Weltenraum, sondern sogar zum teil scheinbar sehr verschlungene Bahnen haben. Sollte nun die Erde eine Ausnahme machen?

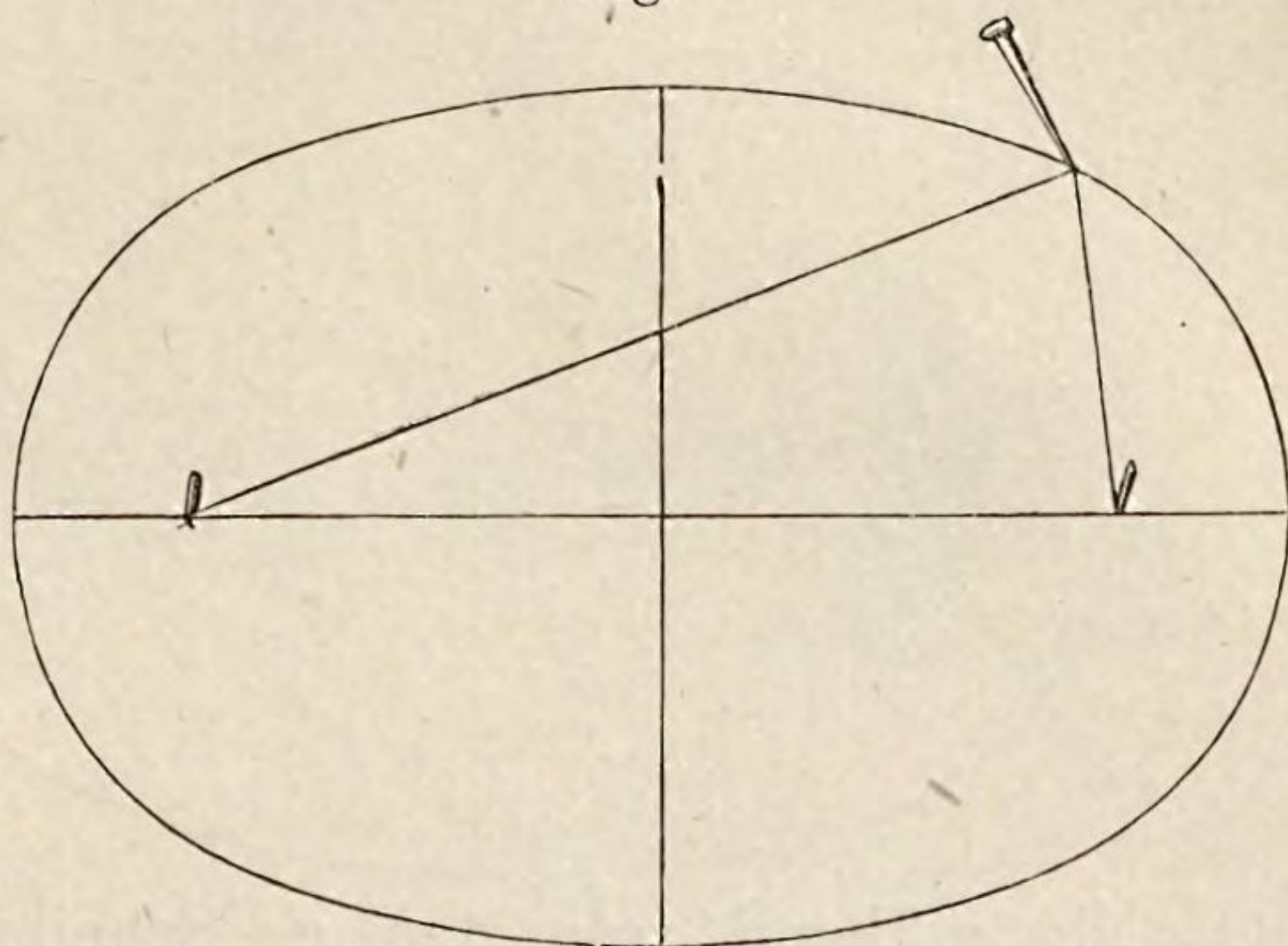
Es dauerte eine geraume Zeit, ehe die Axiome des Kopernikus eine allgemeine Annahme fanden. Tycho de Brahe glaubte sogar wiederum auf die Erklärung der Alten zurückgreifen zu müssen, wonach sich die Sonne und alle Planeten um die Erde kreisförmig drehen sollten; nur dass er zwar die Planeten um die Sonne wandern liess, dagegen Sonne und Mond samt den Planeten um die Erde. Er fand dabei seine Anhänger, zumal da auch Kopernikus durch seine neuen Axiome nicht alle Unregelmässigkeiten in den Erscheinungen am gestirnten Himmel erklären konnte.

Da machte es sich denn der grosse deutsche Astronom Keppler zur Lebensaufgabe, die Lücken auszufüllen, welche das System des Kopernikus zeigte. Durch jahrelange mühevollen Rechnungen fand er endlich jene drei Gesetze, die heute noch die Grundlage der Astronomie sind, und von denen das eine lautete: Die Bahn der Planeten, also auch der Erde, ist eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.

Um uns von dieser Bahn ein genaues Bild zu erzeugen, brauchen wir nur folgendermassen zu verfahren. Wir stecken auf einem Brettchen in beliebiger Entfernung von einander zwei Nägel, nehmen ein Stück Faden von übrigen willkürlicher Länge und binden dessen eines Ende um den einen, das andere Ende um den andern Nagel. Nun spannen wir den Faden durch einen Stift und führen

denselben bei gespanntem Faden um die beiden Nägel herum; dann zeichnet derselbe eine Ellipse auf das Brettchen. Die Punkte,

Fig. 3.



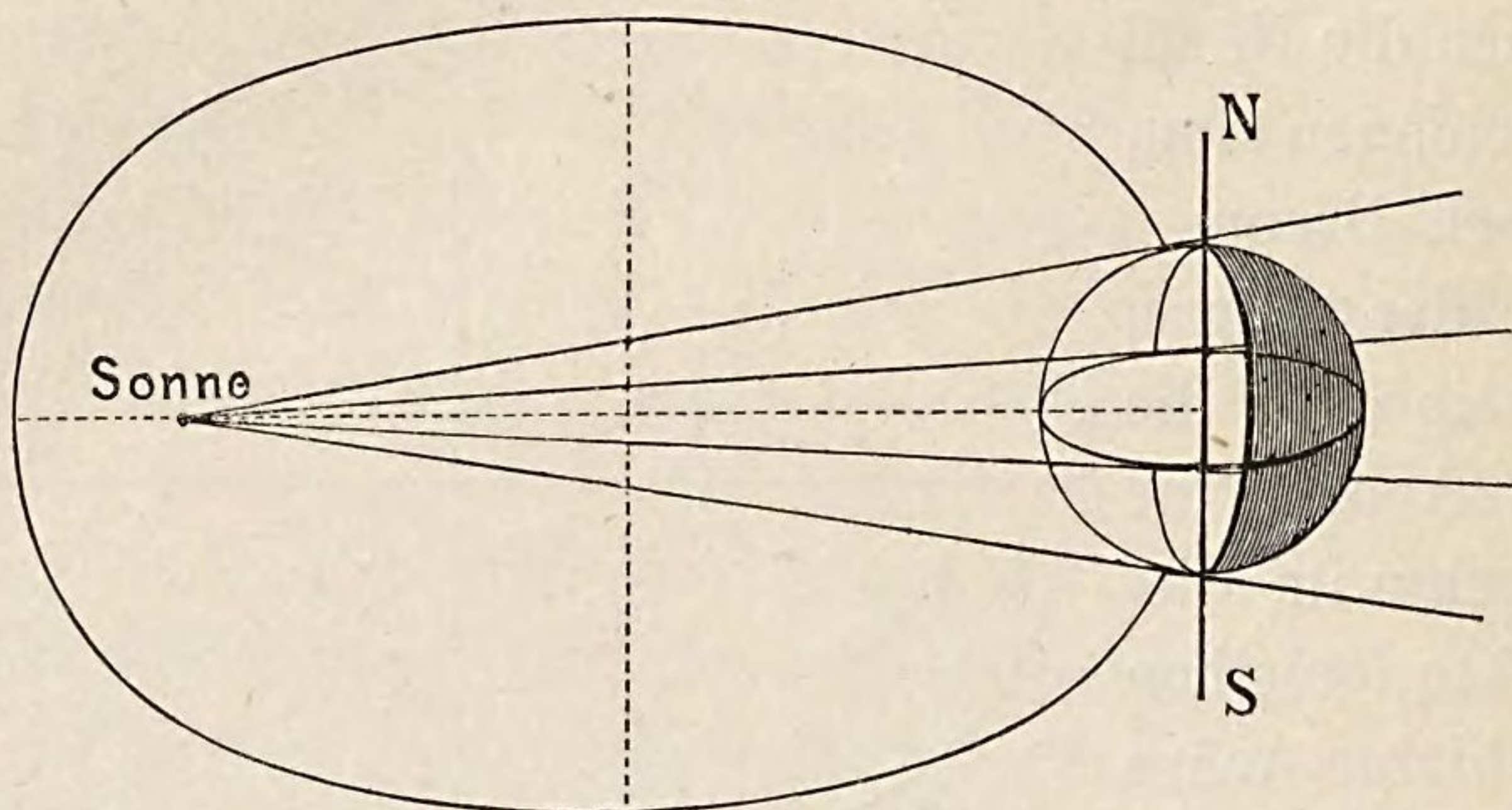
heissen Brennpunkte der Ellipse, durch sie geht die grosse Achse; die Senkrechte im Mittelpunkt derselben heisst kleine Achse und die gegenseitige Entfernung der Brennpunkte „Excentricität“. Übrigens wirft jede Kreisfläche, wenn wir sie schräg gegen eine Unterlage halten, einen Schatten auf dieselbe, dessen Grenzlinie eine Ellipse ist. Die Ellipse, welche der Mittelpunkt der Erde beschreibt, hat eine verhältnismässig sehr kleine Excentricität, und sieht infolge dessen, in mässigen Dimensionen gezeichnet, einem Kreise zum Verwechseln ähnlich.

Nun lehrt die eben beschriebene Erzeugung der Ellipse, dass diese Kurve in einer Ebene verläuft und es fragt sich vor allem: Wie liegt diese Ebene zur Erdachse, also zu jener gedachten Linie, um welche die Erde jahraus jahrein rotiert?

Nehmen wir einmal an, sie wäre die nämliche Ebene wie unsere Äquatorebene, und fragen uns, wie müssten alsdann die gewöhnlichen Himmelserscheinungen sich täglich abspielen? Zunächst müsste die Sonne jeden Tag genau denselben Weg über das Himmelsgewölbe machen, und zwar gerade den Bogen, welchen die Ebene des Äquators auf dem Himmelsgewölbe ausschneidet. Denn da Bahnebene und Äquatorebene zusammenfallen sollen, und der Sonnenmittelpunkt in der ersteren ein für allemal liegt, so könnte die Sonne niemals aus dem Äquator heraustreten. Die am

Äquator lebenden Menschen hätten also jahraus jahrein die Sonne über ihrem Scheitel, für die Polbewohner würde sie

Fig. 4.



stets als glühend rote, feurige Scheibe um den Horizont rollen.

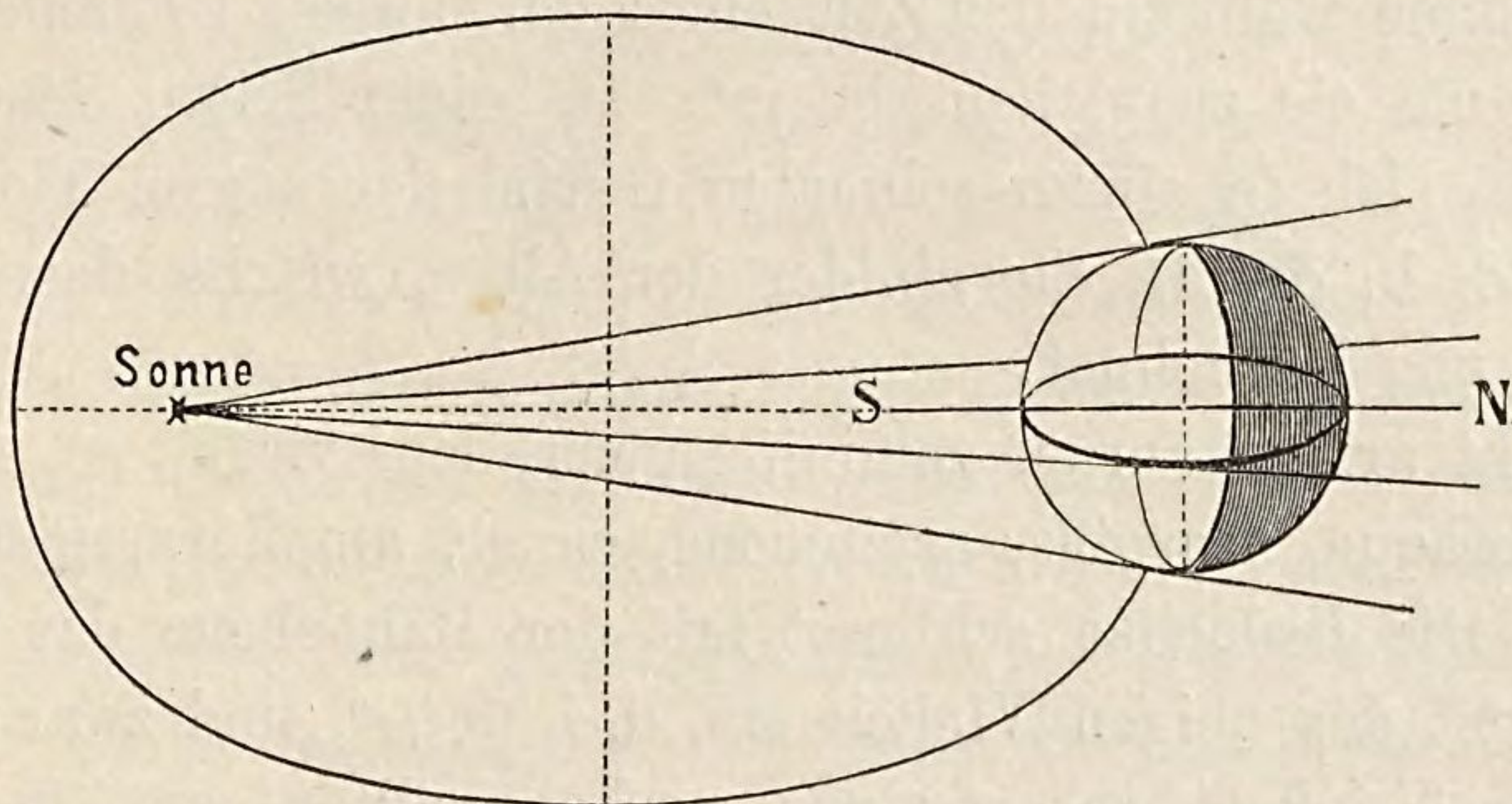
Dem widerspricht aber die Erfahrung. Wir selbst sehen Tag um Tag die Sonne in andern Bahnen über den blauen Himmel wandern, in kleineren Bogen im Winter, in grösseren im Sommer; die Nordpolfahrer erzählen uns von leuchtenden Polarnächten, in denen monatelang keine Sonne über den Horizont sich erhebt, und die Bewohner des Äquators wissen, dass ein halbes Jahr lang mittags ihr Schatten nach Süden, die andere Hälfte des Jahres nach Norden fällt, während sie nur zweimal im Jahre, am 21. September und am 21. März mittags, gar keinen seitlichen Schatten werfen.

Da der Mittelpunkt der Erde stets in der Bahnebene liegt, so kann auch die Bahnebene nicht mit der Ebene eines Parallelkreises zusammenfallen, die ja gar nicht das Zentrum der Erde trifft.

Nehmen wir daher weiter an, die Bahnebene fiel mit einem Meridiane zusammen; dann müsste unsere Erdachse in derselben liegen, und es müsste einmal im Jahre sicher der Tag kommen, wo die Erdachse, von der wir ja aus der unveränderlichen Stellung des Polarsternes wissen, dass sie immer parallel bleibt, gerade durch den Mittelpunkt der Sonne ginge. Und an diesem Tage ginge, wie man aus dem Bilde sieht, für keinen Bewohner der einen Halb-

kugel die Sonne unter, jeder hätte 24 Stunden Tag, und alle Bewohner der andern Halbkugel hätten 24 Stunden

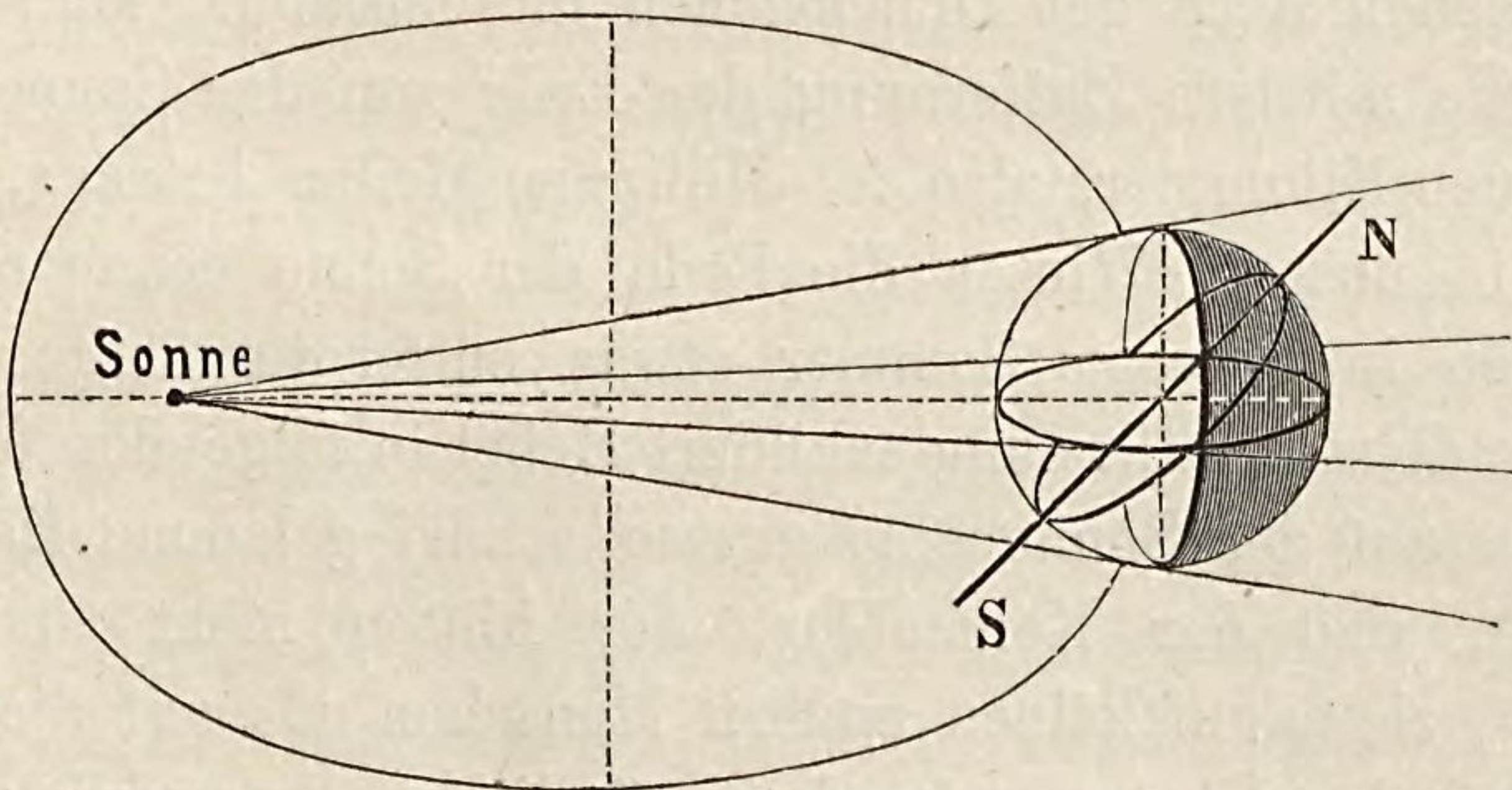
Fig. 5.



Nacht. Wir wissen aber nichts in unsern Breiten von solchen Tagen oder Nächten, also muss auch diese Möglichkeit ausgeschlossen werden.

Es bleibt also nur mehr übrig, dass die Bahnebene einen von 0° und von 90° verschiedenen Winkel mit der Ebene des Äquators bildet. In der That haben schon die

Fig. 6.



alten Völker erkannt, dass dieser Winkel circa $23\frac{1}{2}^\circ$ beträgt, und zwar einfach aus der Schattenlänge eines Stäbchens zur Zeit des tiefsten und des höchsten Sonnenstandes. Legen wir durch den Mittelpunkt unserer Erde eine unter diesem Winkel von $23\frac{1}{2}^\circ$ zum Äquator geneigte Ebene, so schneidet sie die Erde sowohl als das Himmelsgewölbe in

einem Kreise, der von den Griechen $\delta \kappa\upsilon\kappa\lambda\omicron\varsigma \epsilon\kappa\lambda\epsilon\iota\pi\tau\iota\kappa\omicron\varsigma$ genannt wurde und auch heute noch den Namen Ekliptik führt. Er verbindet am Himmel alle die Punkte, an denen die Sonne während der Zeit eines einmaligen Umlaufes der Erde um sie zu stehen scheint. In beiden Seiten desselben breitet sich in einem schmalen Gürtel der sogen. Tierkreis aus, d. h. die 12 Sternbilder der Alten, welche das Distichon uns bezeichnet:

Sunt aries, taurus, gemini, cancer, leo, virgo

Libraque, scorpius, arcitenens, caper, amphora, pisces.

Die Erdachse schliesst mit der Bahnebene das Komplement des obigen Winkels ein, d. i. $66\frac{1}{2}^{\circ}$, und zwar bildet diesen Winkel, was wir uns merken sollten, am 23. September gerade die nördliche Hälfte der Erdachse mit der Fortschreitungsrichtung der Erde in ihrer Bahn, während ihn zur Zeit des Frühlingsanfanges die südliche Hälfte mit der Tangente in der Bahn einschliesst.

Sobald nun das Keplersche Gesetz, dass die Erde sich in einer Ellipse bewege, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht, bekannt war, forschten die Astronomen auch schon nach den Dimensionen dieser Bahn. Man fand, dass die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne 149 Millionen Kilometer, also 20 Millionen Meilen betrage, dass aber in unserm Winter die Erde der Sonne etwas näher, dagegen in unserem Sommer etwas entfernter stehe. Die Grösse dieser Entfernung schildert Hebel in folgender Weise: „Wenn auf der Sonne eine grosse scharf geladene Kanone stünde, und der Konstabler, der hinten steht und sie richtet, zielte auf keinen andern Menschen als auf dich, so dürftest du deswegen in dem nämlichen Augenblick, als sie losgebrannt wird, noch herzhaft anfangen, ein neues Haus zu bauen, und könntest lange drin essen und trinken und schlafen. Denn wenn auch die Kugel in schnurgerader Richtung und immer gleicher Geschwindigkeit fort und fort flöge, so könnte sie doch erst nach 25 Jahren von der Sonne auf die Erde gelangen, wiewohl sie einen scharfen Flug

hat und zu 600 Fuss nicht mehr als eine Sekunde Zeit bedarf.

Die Erde selbst durchläuft ihre Bahn in einem Zeitraum von 365,24225 Tagen; dazu bedarf sie aber einer gewaltigen Geschwindigkeit. Sie muss, wenn sie der Sonne am nächsten ist, in der Sekunde einen Weg von 30000 m machen. Nach Ablauf der oben angegebenen Zeit erblicken wir die Sonne wieder an derselben Stelle im Sternbild des Widders, an der sie bei Beginn derselben sich befand, und daran erkennen wir, dass die Erde einen Umlauf vollendet hat.

Während der ganzen Wanderung der Erde um die Sonne bleibt die Erdachse sich selbst fast parallel, wie wir schon gehört haben. Denn ein für uns sichtbarer Punkt des Himmelsgewölbes scheint in ewiger Ruhe zu verharren, ein Punkt, der in der Nähe des sogenannten Polarsternes liegt, und ebenso einer auf der uns abgewandten Hemisphäre, dem Himmel unserer Antipoden. Es sind das die beiden Punkte, in welchen die verlängert gedachte Erdachse das Himmelsgewölbe durchsticht. Das könnte nicht sein, wenn die Erdachse Tag um Tag eine andere Neigung hätte, da sonst Tag um Tag zwei andere Punkte des Himmelsgewölbes von ihr getroffen würden und sonach während der Rotation in Ruhe verharren müssten.

Freilich können wir nur sagen: Die Erdachse bleibt sich fast parallel. Beobachtet man sie nämlich auf das sorgfältigste, so findet man zwei verschiedene Abweichungen von der parallelen Lage: die eine besteht in einer Drehung um den Schwerpunkt der Erde ohne Veränderung der Neigung gegen die Bahnebene, die andere in einer kleinen Schwankung, welche langsam die Neigung vermindert und allmählich wieder vermehrt. Die erste Abweichung bewirkt, dass die Erdachse im Laufe von 26000 Jahren einen Kegel beschreibt, der seine Spitze im Mittelpunkt der Erde hat, und auf welchem die Erdachse Jahr um Jahr etwa $50\frac{1}{4}''$ entgegengesetzt ihrer Rotation rückwärts gleitet; die zweite aber bewirkt, dass die Erdachse aus der Kegelfläche heraus-

tritt, so dass sie in einem Zeitraum von 19 Jahren nach beiden Seiten derselben um etwa $9\frac{1}{2}$ " schwankt. *)

Würde die Erdachse eine leuchtende Spur dieser ihrer Bewegungen am Himmelsgewölbe zurücklassen, so würde sie in 26000 Jahren eine grosse, kreisförmig geschlossene Wellenlinie auf dasselbe zeichnen, so dass der Durchmesser des Kreises etwa einen halben Meridianquadranten betrüge.

Man könnte nun fragen: Steht denn die Sonne stille, während sich die Erde um sie bewegt? Oder wandert auch sie weiter im Weltenraume, um eine noch gewaltigere uns unbekannte Sonne? In der That, auch diese Frage haben sich die Astronomen vorgelegt und sie im bejahenden Sinne beantwortet. Und so sehen wir, welche verwickelte Bahn die Erde im Laufe der Jahre geht. Freilich innerhalb eines einzigen Jahres sind die Veränderungen so klein, dass wir getrost behaupten dürfen, die Erde bewege sich mit stets paralleler Achse in einer Ellipse, die einem Kreise sehr nahe kommt. Aber im Laufe von Jahrtausenden ist das Bild der Bahn ein völlig anderes. Als Trabant begleitet die winzige Erde die grosse Sonne auf ihrer Weltenreise, ein verschwindendes Sandkorn im Meere der Milliarden von Gestirnen. Was ist sie, die armselige Erde, die der Mensch so lange Zeit als Mittelpunkt des Weltalls zu betrachten gewohnt war, unter den ungeheuren Gestirnen, die im Raume von des Schöpfers Hand gebildet sind?

*) Die erste Abweichung hat den Namen *Praecession* erhalten, die zweite *Nutation*. Beide sind eine Folge davon, dass die Erde, wie alle übrigen Gestirne, nicht eine vollkommene Kugel, sondern an den Polen abgeplattet, dagegen am Äquator wulstartig erhöht ist, und dass die Rotationsachse nicht senkrecht zu der Bahnebene liegt. Die Kraft, mit welcher sich die Gestirne anziehen und so die Bewegung unterhalten, ist nicht bloss von der Entfernung, sondern auch von der gegenseitigen Lage der Äquatorwülste abhängig, und in dem letzten Grunde liegen die periodischen Störungen; die *Praecession* bewirkt die Anziehung der Sonne auf den äquatorialen Wulst der Erde, die *Nutation* die Anziehung des Mondes. Auch die Planeten stören die Erde auf ihrer Wanderung, so dass sich in etwa 100 Jahren die Ekliptik um 48" dreht.

Die vier Jahreszeiten.

Den wohlthätigsten Einfluss auf Leben und Gedeihen verdanken wir Erdbewohner der Sonne, die uns Licht und Wärme spendet. Ohne das Sonnenlicht hätten wir ewige Nacht, die kein Mond erhellte, ohne Sonnenwärme ewigen Winter, der alles Leben ertötete. Freilich verteilen sich diese beiden Gaben nicht gleichmässig über die ganze Erde; sonst gäbe es keinen eisigen Nord- und Südpol, und nicht die glühend heisse Luft der Tropen. Diese ungleiche Verteilung ist vorzugsweise eine Folge der Kugelgestalt unserer Erde; wäre sie eine Scheibe, so müssten die parallelen Sonnenstrahlen jedes Stücklein dieser Scheibe in gleicher Anzahl und unter gleichem Winkel treffen, und dann wäre kein Grund vorhanden, weshalb die eine Stelle mehr als die andere beleuchtet und erwärmt sein sollte.

So aber hat die Erde eine kugelförmig gekrümmte Oberfläche; die parallelen Strahlen fallen um so schräger auf, je weiter gegen den Nord- oder Südpol sie die Erde treffen, und um so steiler, je näher am Äquator. Je steiler sie aber auffallen, um so mehr kommen auf die gleiche Fläche, und um so mehr wird diese beleuchtet und erwärmt.

Diese ungleichmässige Verteilung von Licht und Wärme bliebe jahraus jahrein dieselbe, wenn die Achse der Erde auf ihrer Bahn senkrecht stünde, wie dies z. B. bei dem Planeten Jupiter der Fall ist. Auf der Erde aber wechselt

Fig. 8.

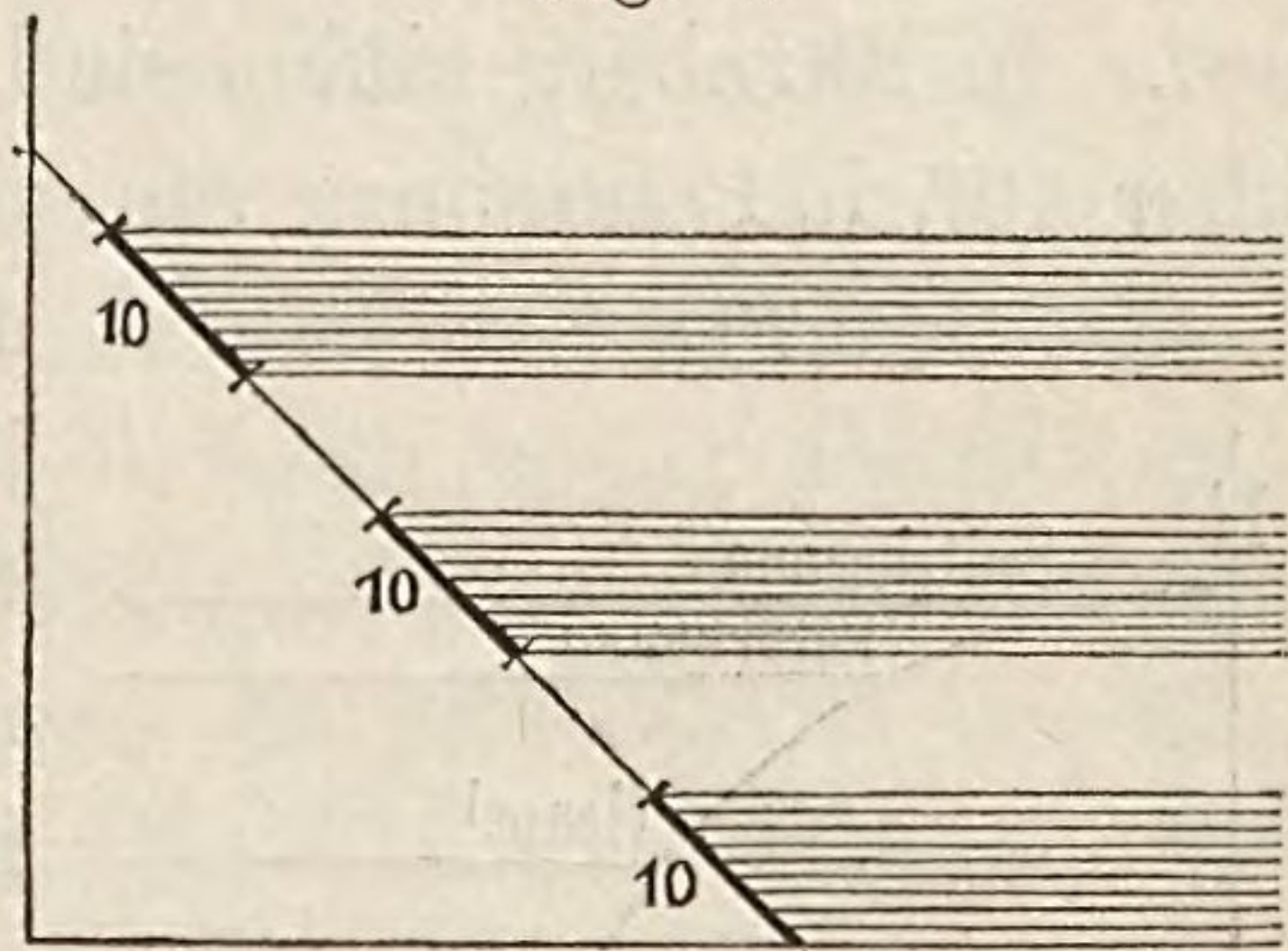
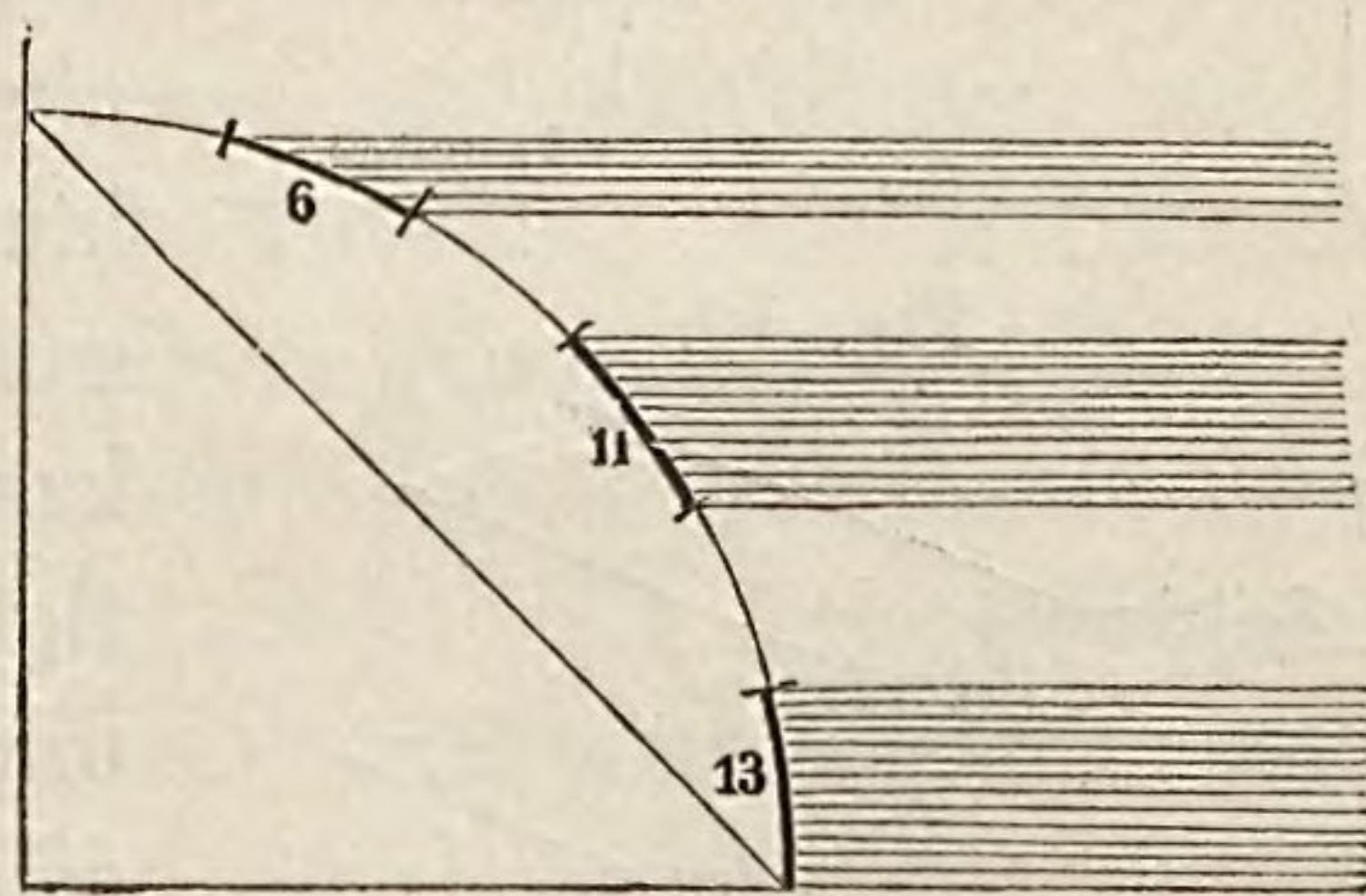


Fig. 7.



sie, eben wegen des sich stets ändernden Winkels, welchen die Erdachse mit der Richtung der Centrallinie zur Sonne, also mit der Richtung der parallelen Sonnenstrahlen bildet. Über den Einfluss dieses wechselnden Winkels auf Beleuchtung und auf die Länge von Tag und Nacht haben wir uns vorhin unterhalten. Es fragt sich nun: Wie verhält sich dazu die Temperatur auf unserer Erdoberfläche?

Wenn unsere Erde am 21. März im Tag- und Nachtgleichpunkt steht, so geht, wie wir sahen, die Schnittlinie von Äquator- und Bahnebene gerade durch den Mittelpunkt der Sonne.

Es steht also an diesem Tage die Sonne genau über dem Äquator und dort fallen die Wärmestrahlen senkrecht auf. In Nürnberg bilden sie bereits einen Winkel von etwas über 40° , in Petersburg von etwa 30° , in Hammerfest von 20° ,

Fig. 9.

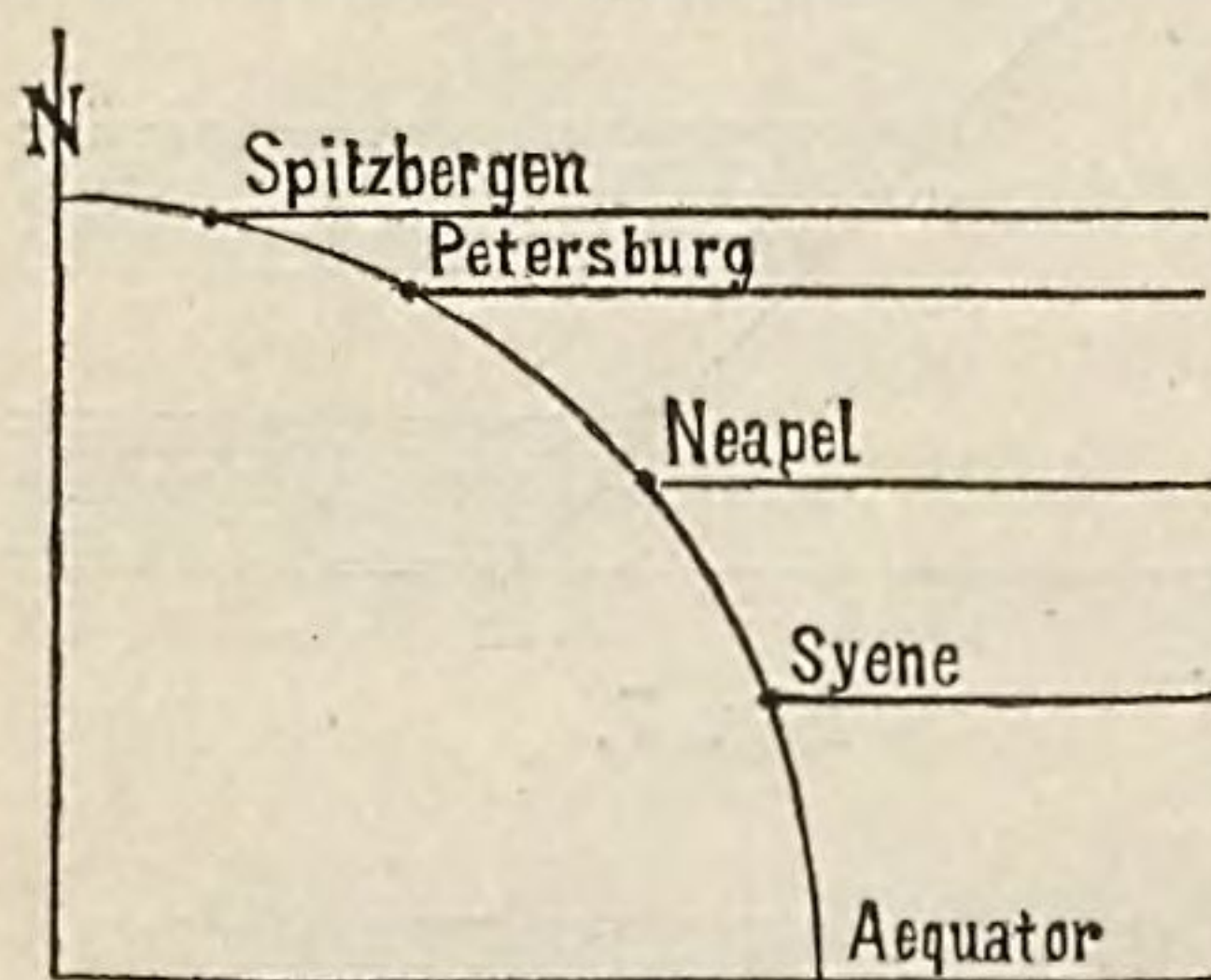
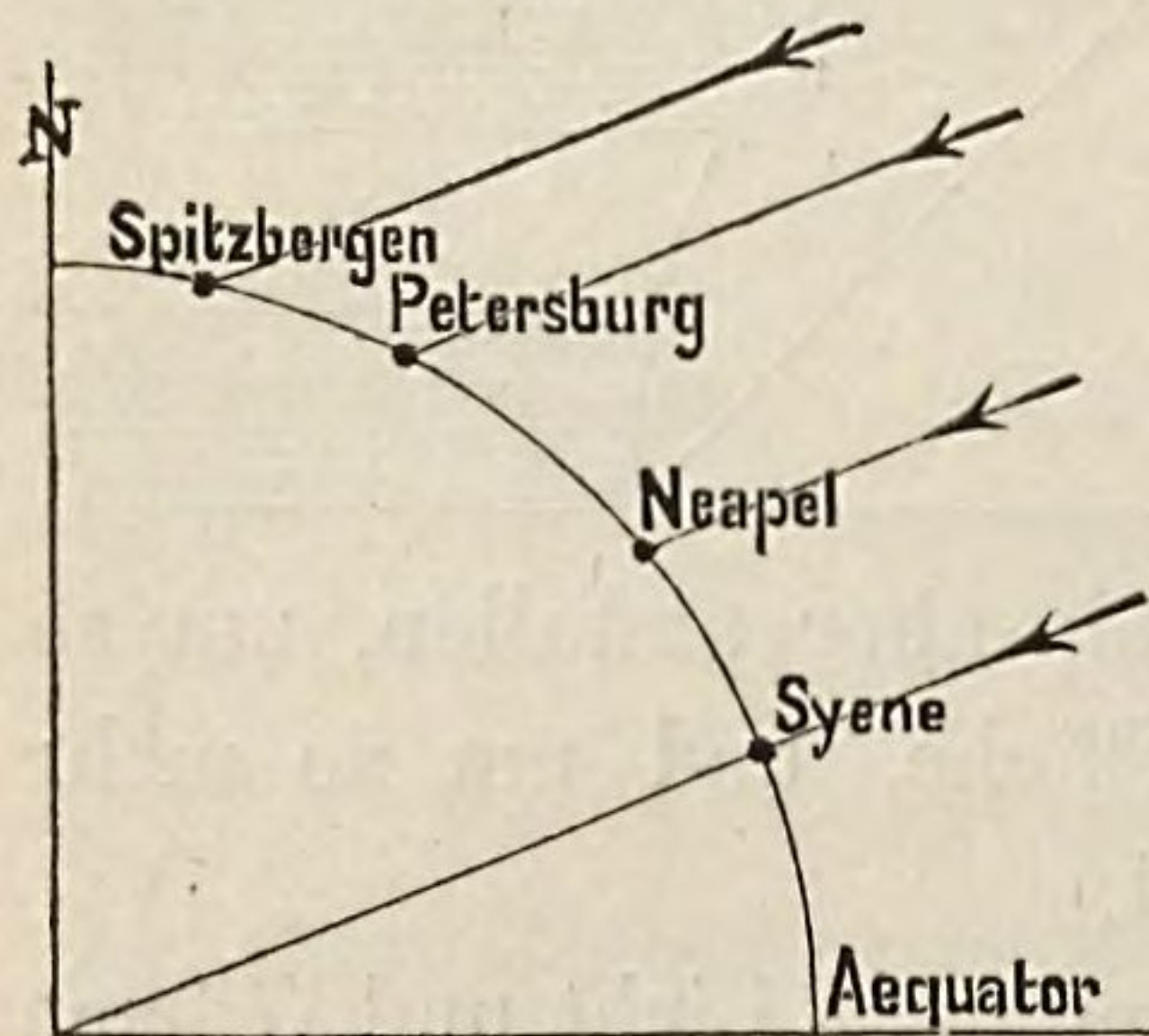


Fig. 10.



auf Spitzbergen von 10° mit dem jeweiligen Horizont, während im Pol die Sonnenstrahlen parallel mit dem Horizont die Erdoberfläche streifen.

Schon bei Betrachtung der Gestalt unserer Erde haben wir aber erfahren, dass nach Verlauf eines Vierteljahres die Sonne senkrecht über dem Parallelkreis des alten Syene, dem heutigen Suakin, steht. Dann aber bilden in Nürnberg die Sonnenstrahlen mit dem Horizont einen Winkel von $63\frac{1}{2}^\circ$, in Petersburg von $53\frac{1}{2}^\circ$ etc., und am Pol einen Winkel von $23\frac{1}{2}^\circ$ mit dem Polarhorizont.

Innerhalb dieses Zeitraumes vom 21. März bis 21. Juni nehmen die Punkte der nördlichen Halbkugel Tag für Tag immer grössere Wärmemengen auf, und wenn auch die

Erde in den Stunden wolkenfreien Himmels wieder sehr viel in den Weltenraum hinausstrahlt, so bleibt doch täglich ein immer grösserer Rest zurück, und die Summe aller dieser Reste bewirkt, dass die Temperatur allmählich in unseren Breiten höher wird.

In gleichem Masse muss sie dagegen auf der südlichen Halbkugel täglich abnehmen, da die Sonne um denselben Betrag gegen den Horizont unserer Antipoden sinkt, um welchen sie sich über den unserigen erhebt. Wir eilen dem Sommer zu, diese aber dem Winter.

Am 21. Juni hat die Erde den ersten Solstitialpunkt ihrer Bahn, wir nennen ihn das Sommersolstitium, erreicht, und mit ihm erreicht die Sonne für alle Punkte nördlich des Parallelkreises von Syene die grösste Höhe. Von da ab sinkt sie täglich, und wenn wir gleichwohl erst einen Monat später die grösste Hitze in unsern Breiten zu verzeichnen haben, so rührt das nur daher, dass sich noch immer Wärme aufspeichert, weil die Erde lange Zeit weniger davon in den Raum ausgestrahlt hat, als sie von der Sonne empfing. Erst von dem Tage an, wo die Sonne wieder so tief steht, dass die nachts ausgestrahlte Wärme den Betrag übertrifft, der tagsüber eingenommen wurde, erst von dieser Zeit an nimmt der Wärmevorrat ab — es wird wieder kühler; der Sommer weicht dem Herbste. Dieser hält auf der nördlichen Halbkugel am 21. September seinen Einzug, während auf der südlichen nunmehr der Winter überstanden ist und der Frühling begrüsst wird. Die Erde steht im Herbstäquinodium, und die Sonne wird allenthalben wieder im Äquator erblickt, unter den sie nun von Tag zu Tag sinkt. Die Strahlen der Sonne treffen unsere Breiten unter täglich kleiner werdendem Winkel. Am 21. Dezember steht die Sonne in Nürnberg nur mehr circa $16\frac{1}{2}^{\circ}$ und in Petersburg $7\frac{1}{2}^{\circ}$ mittags über dem Horizont, während in Hammerfest vielleicht seit 14 Tagen, auf Spitzbergen seit 6 Wochen, aber im Nordpol seit einem Vierteljahr kein Sonnenstrahl auf den weiten Eisfeldern erglänzte. Die Erde

steht im Wintersolstitium, aber die grösste Kälte kommt erst im Januar, weil bis dahin in den immer länger werdenden Nächten mehr Wärme abgegeben wurde, als uns die Sonne Tag für Tag geben konnte. Erst von Ende Januar an nimmt die Wärme wieder zu in dem Masse, als sich der Winkel von Erdachse und Erdradius nach dem Sonnenmittelpunkt einem rechten nähert; am 21. März ist der Umlauf vollendet, der Frühling bricht wieder an.

So liegt denn einzig und allein in der schiefen Stellung unserer Erdachse zur Ekliptik, d. i. zur Bahnebene der Erde, die Ursache, welche den Wechsel der Jahreszeiten veranlasst. Man könnte freilich noch fragen, ob nicht die wechselnde Entfernung unserer Erde von der Sonne auch einen bedeutenden Einfluss habe auf die Temperaturveränderungen, und somit auch Anteil an dem Wechsel der Jahreszeiten. Denn da die Erdbahn eine Ellipse ist, und die Sonne nicht im Mittelpunkt, sondern in einem Brennpunkt derselben steht, so muss die Erde auf ihrer jährlichen Wanderung einmal der Sonne am nächsten stehen und einmal am weitesten von ihr entfernt sein. Nun steht sie ihr am nächsten in unserem Winter, oder wie die Astronomen sagen, das Perihel (aus $\pi\epsilon\rho\iota$ u. $\eta\lambda\iota\omicron\varsigma$) fällt mit dem Wintersolstitium zusammen, während das Aphel (aus $\alpha\pi\omicron$ u. $\eta\lambda\iota\omicron\varsigma$) oder die Sonnenferne in die Zeit unserer Sommersonnenwende trifft. Es fällt also im allgemeinen an einem unserer Wintertage mehr Sonnenwärme auf die nördliche Halbkugel, als an einem Wintertage unserer Antipoden auf die südliche*),

*) Denn je näher ein Körper einer Wärme- oder Lichtquelle ist, um so stärker wirken die von dem Zentrum nach allen Seiten ausgehenden Wärme- und Lichtstrahlen, wie wir es beobachten, wenn wir nachts mit dem Buche näher zur Lampe rücken, oder im Winter in unmittelbarer Umgebung des geheizten Ofens sitzen. Freilich, wäre die Sonne unendlich weit entfernt und also alle Sonnenstrahlen wirklich und nicht bloss annähernd parallel, so würde selbst dann kein Einfluss auf Temperatur und Licht sich geltend machen, wenn die Erde in der Richtung zur Sonne tausendmal mehr ihre Stellung veränderte als jetzt.

und umgekehrt erhalten die Antipoden an einem ihrer Sommertage mehr Wärme, als wir in unserm Sommer.

Allein dafür ist auch unser Sommer etwa 8 Tage länger und unser Winter kürzer, als die gleichen Jahreszeiten der Antipoden, weil sich die Erde in der Sonnenferne langsamer bewegt als in der Sonnennähe. Wenn wir daher auch in unserem Sommer z. B. täglich etwas weniger Wärme erhalten als die Antipoden in ihrem Sommer, so erhalten wir dafür die kleinere Menge um so länger. Die bisherige Erfahrung zeigt, dass sich in der That dadurch die Unterschiede ausgleichen, so dass also die wechselnde Entfernung der Erde von der Sonne auf den klimatischen Unterschied der beiden Erdhalbkugeln wohl keinen Einfluss hat.

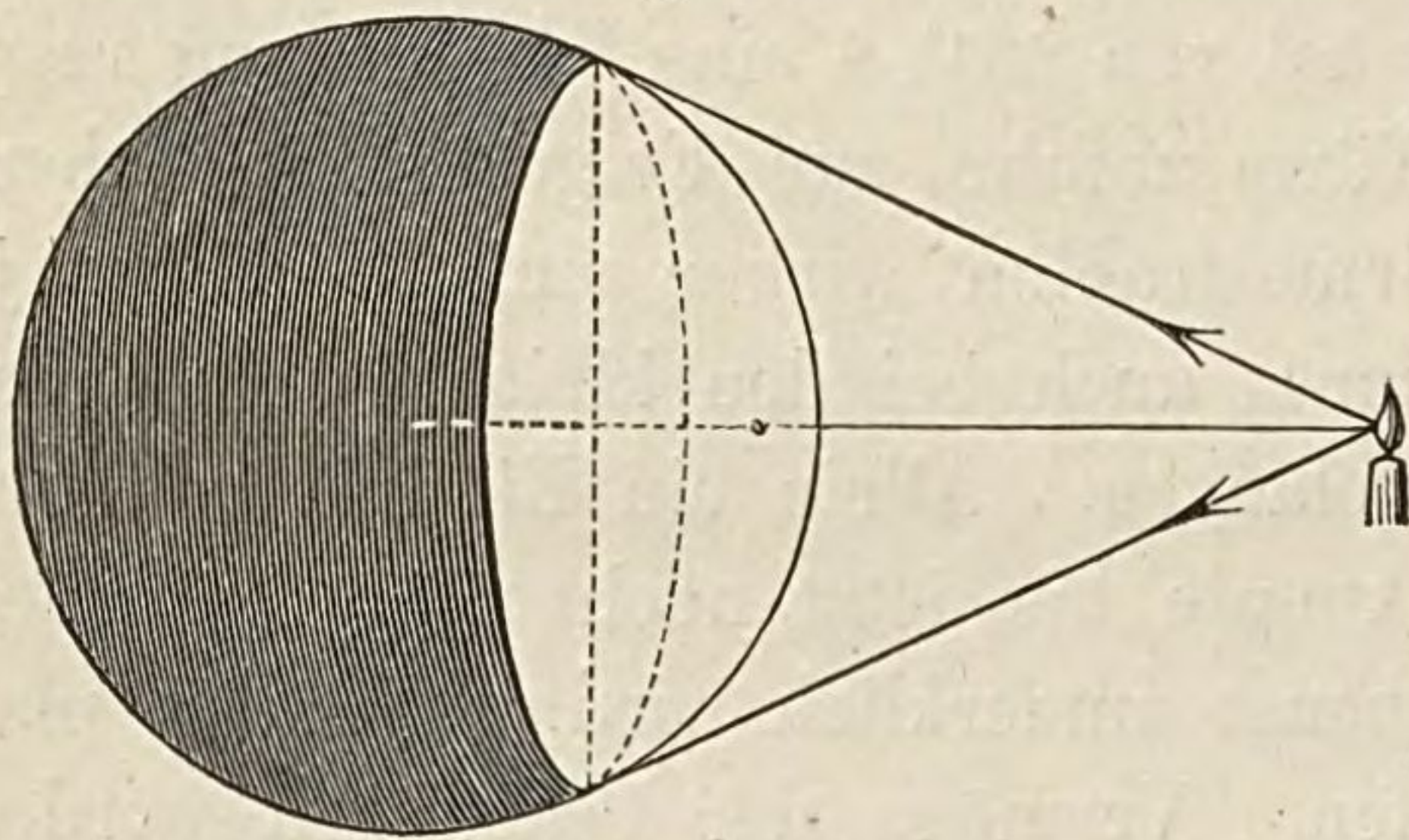
Diese Betrachtung lehrt uns auch, dass wir in der Folge von der früher erwähnten Präcession und Nutation unserer Erdachse keine wesentliche Änderung unseres Klimas zu erwarten haben. Sicherlich muss das durch die Anziehung des Mondes hervorgerufene Schwanken der Erdachse um ihren Neigungswinkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ eine Vermehrung resp. Verminderung der Wärmezufuhr zur Folge haben; denn das Gesetz: die Wärmestrahlen wirken um so mehr, je steiler sie auffallen, muss auch bei den kleinsten Veränderungen zur Geltung gelangen. Allein ein Einfluss auf das Klima eines Landes konnte bis jetzt noch nicht gefunden werden. Und ganz ebenso unmerklich wird das grosse platonische Jahr verlaufen. Vermöge der Präcession werden in etwa 10000 Jahren die nördliche und südliche Halbkugel ihre Stellung zur Sonne im Sommer und Winter vertauscht haben. Wir Bewohner der nördlichen Halbkugel werden dann zur Zeit der Sommersonnenwende in der Sonnennähe, im Wintersolstitium aber in der Sonnenferne sein, gerade so, wie es heute die Bewohner der südlichen Halbkugel sind. Aber unser Klima, oder besser gesagt, unsere mittlere Jahrestemperatur wird sich dann genau so viel oder so wenig von der heutigen unterscheiden, wie unser

Sommer oder Winter heute von dem unserer Antipoden verschieden ist. Wenn auch früher andere Temperaturen auf der Erde geherrscht haben, wie uns das Durchforschen der Erdkruste lehrt, und wenn auch nach Tausenden von Jahren wieder andere Temperaturen zu verzeichnen wären, — der festgefügte und nun stabil gewordene Mechanismus unseres Planetensystems ist trotz der periodisch wiederkehrenden Gleichgewichtsstörungen daran nicht schuld. Nach ewigen Gesetzen ist der ganze Organismus eingerichtet, und Veränderungen der Lebewesen und ihrer Lebensbedingungen, insbesondere des Klimas, sind daher kaum im äussern Systeme, sondern vielmehr in und auf dem Planeten selbst zu suchen.

Tag und Nacht.

Beleuchten wir eine grosse Kugel von einer Seite durch Licht, das sich ungehindert im Raume ausbreiten kann, so

Fig. 11.



bemerken wir, dass die Helligkeit der beleuchteten Kugeloberfläche in dem Punkte am grössten ist, in welchem die Verbindungslinie von Lichtpunkt und Kugelmittelpunkt, also

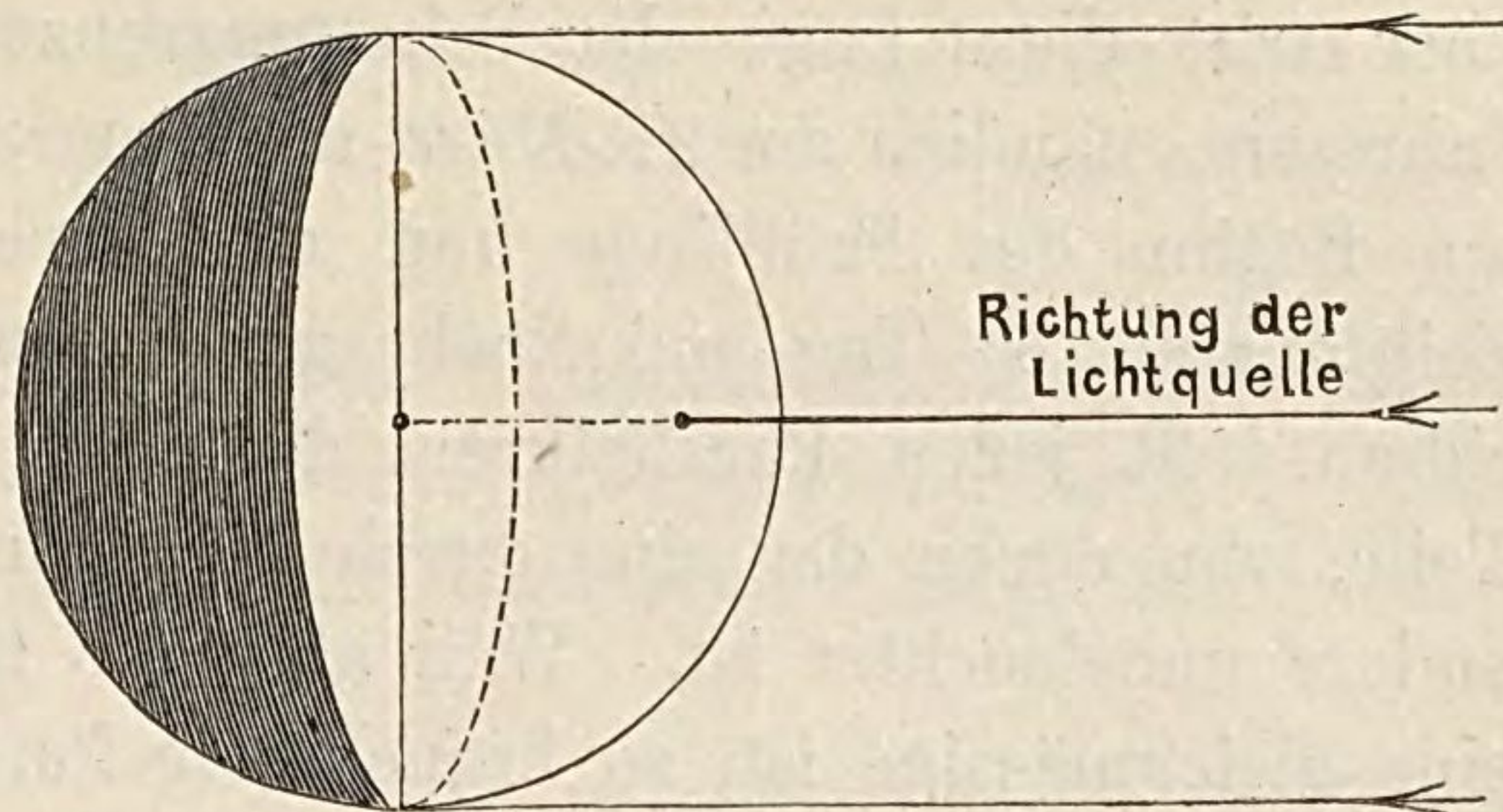
die Centrale, die Oberfläche trifft. Dies hat einen doppelten Grund: einmal, weil dieser Punkt der Lichtquelle am nächsten liegt, und dann, weil hier die geradlinigen Lichtstrahlen senkrecht auf die beleuchtete Fläche treffen. Zeichnen wir nun um diesen hellsten Punkt auf der Kugel parallele Kreise, so werden alle Punkte eines solchen Parallelkreises gleich hell beleuchtet sein, eben weil in ihnen die Lichtstrahlen unter dem gleichen Winkel auffallen, und weil sie alle gleich weit von der Lichtquelle entfernt sind. Aber je

weiter diese Kreise vom hellsten Punkt absteigen, um so schwächer werden sie beleuchtet, und endlich treffen wir auf einen Kreis, in welchem die Lichtstrahlen die Kugel gerade noch berühren. Hinter demselben wird kein Punkt der Oberfläche von einem Strahle getroffen; es ist der Kreis der Schattengrenze, dessen Ebene wie die aller andern Kreise gleicher Helligkeit, auf der Centrale senkrecht steht.

Ist die Licht-

Fig. 12.

quelle sehr nahe an der grossen Kugel, so ist diese Schattengrenze ein kleinerer Kreis; ist aber die Lichtquelle sehr weit ent-



fernt, so dass die Strahlen, welche die Kugel treffen, parallel laufen, so ist derselbe ein grösster Kreis, d. i. ein Kreis, dessen Ebene durch den Kugelmittelpunkt geht.

Durch einen solchen grössten Kreis ist auch die Schattengrenze auf der Erde bestimmt, da die Sonnenstrahlen, welche von der zwar anderthalb Millionen mal*) grösseren, aber 20 Millionen Meilen entfernten Sonne ausgehen, die verhältnismässig winzige Erde fast parallel treffen. Hätte die Erde keine Bewegung im Raume und keine Drehung um ihre Achse, so würde sie dieser Kreis in zwei Halbkugeln trennen, deren eine ewig Nacht, deren andere ewig Tag haben würde, vorausgesetzt, dass auch die Sonne ihre Stellung der Erde gegenüber beibehielte. Dasselbe würde auch, trotz Rotation und Revolution, eintreten, wenn die Erdachse stets Centrale wäre, d. h. immer durch den Sonnenmittelpunkt ginge. So aber nimmt dieser Kreis sowohl

*) Genauer genommen ist die Sonne 1 404 928 mal so gross als die Erde.

wegen der Achsendrehung, als auch wegen der Revolution Sekunde für Sekunde und Tag für Tag eine andere Lage ein, so dass kein Plätzchen auf der Erde vorhanden ist, das nicht, wenn auch nicht in gleichem Masse, die Wohlthat der alles belebenden Sonne empfinden dürfte.

Denken wir nun einmal, die Schattengrenze wäre ein Meridian. Dies würde stets der Fall sein, wenn die Erdachse senkrecht auf der Bahnebene der Erde stehen würde. So aber tritt diese Lage der Schattengrenze nur zweimal im Jahre ein, nämlich am 21. März und am 23. September, also am Beginn des Frühlings und des Herbstes. Zu diesen Zeitpunkten ist Tag und Nacht gleich lang; denn ein Meridian teilt jeden Parallelkreis der Erde in zwei gleiche Teile, von denen der eine durch die Sonne beleuchtet, der andere unbeleuchtet ist. Weil aber die Rotation der Erde eine gleichmässige ist, so braucht ein Punkt gleichlang, ob er den beleuchteten oder den unbeleuchteten halben Parallelkreis durchläuft. Dies gilt für jeden Parallelkreis, d. h. alle Bewohner der Erde haben am 21. März und 23. September gleich lang Tag und Nacht, und deshalb nennen wir die beiden Punkte der Erdbahn, an denen sich die Erde zu dieser Zeit befindet, die Äquinocialpunkte oder auch Tag- und Nachtgleichpunkte.

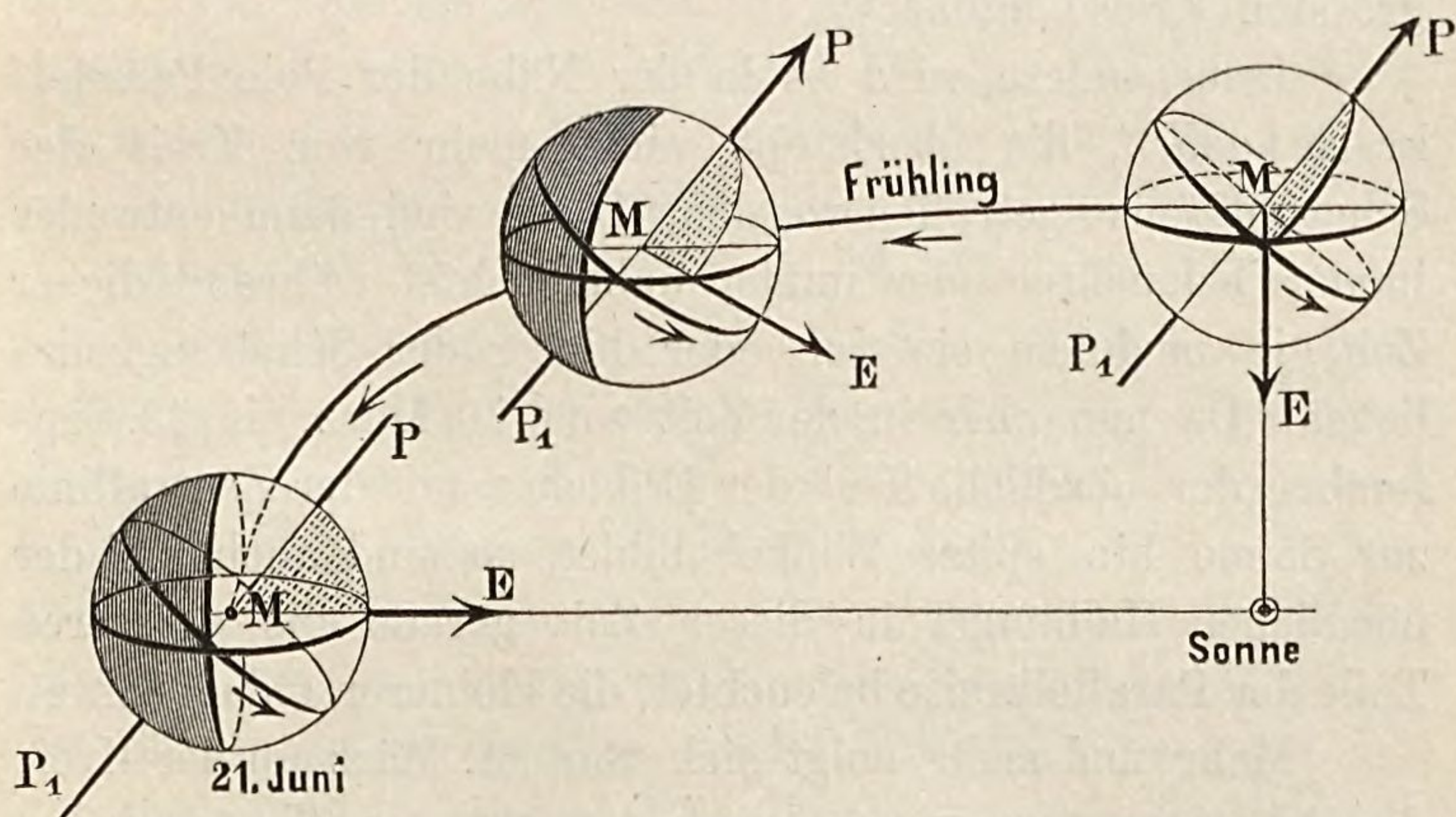
Die Äquatorebene schneidet an diesen Tagen die Ebene der Erdbahn in einer Geraden, welche genau durch den Sonnenmittelpunkt geht (siehe die folgende Figur), und da nun jeder Punkt des Äquators vermöge der Rotation durch diese Schnittlinie läuft, so steht die Sonne Sekunde um Sekunde über einem andern Punkt des Äquators. Wir empfinden dies, als ob die Sonne am 21. März jenen Kreisbogen am Himmelsgewölbe durchliefe, den die Äquatorebene daselbst ausschneidet.

Für Punkte verschiedener geographischer Breite hat dieser Himmelsäquator, wie wir ihn nennen wollen, eine immer andere Lage. Für den Äquatorbewohner selbst steht derselbe senkrecht auf seinem Horizont, d. i. auf der

Ebene, die zu seinen Füßen die Erde berührt; für den Polarbewohner dagegen fällt er mit dem Horizont zusammen, da der Polarbewohner ja den Weltpol in seinem Scheitel hat; für alle übrigen Menschenkinder wird der Himmelsäquator um so mehr gegen ihren Horizont geneigt sein, je nördlicher sie wohnen. Am 21. März geht daher die Sonne mittags gerade über den Scheitel der Äquatorbewohner weg, während sie dem Polbewohner über die fernglitzernden Eisfelder seines Horizontes zu rollen scheint; für alle Bewohner der Erde aber geht an diesem Tage die Sonne gerade im Osten auf.

Aber noch ehe der Tag verflossen ist, hat sich schon die Schattengrenze verschoben. Indem die Erde in der Sekunde 30000 m durch den Weltenraum fliegt, ihre Achse

Fig. 13.



aber stets parallel erhält, geht alsbald die Schnittlinie der Äquatorebene und Bahnebene nicht mehr durch den Sonnenmittelpunkt, und die Erdachse, welche gegen die Bahnebene schief steht, bildet um diese Zeit mit den Radien vom Erdmittelpunkt zur Sonne immer spitzere Winkel. (Vergleiche die drei Winkel PME.)

Immer nördlicher vom Äquator durchsticht daher auf der beleuchteten Erdhälfte die Verbindungslinie von Erd-

und Sonnenmittelpunkt ME die Erde, so dass am 21. Juni alle Punkte des Parallelkreises von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ der Reihe nach durch diese Linie wandern. Der Kreis der Schattengrenze steht aber, wie wir gelernt haben, senkrecht zur Verbindungslinie, bildet also mit der Erdachse ebenfalls einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$. Wie empfinden wir Erdbewohner diese Veränderung? Zunächst erkennen wir, dass auf der nördlichen Halbkugel die Tage länger und die Nächte kürzer, auf der südlichen aber die Nächte länger und die Tage kürzer werden müssen. Denn schneiden wir alle Parallelkreise durch einen grössten Kreis, der nicht Meridian ist, also zur Erdachse schief steht, (siehe im vorigen Bilde die mittlere Stellung der Erde) so werden die Parallelkreise in zwei um so ungleichere Teile geteilt, je weiter sie vom Äquator abliegen. Nur der Äquator selbst wird von jedem andern grössten Kreise halbiert.

Insbesondere wird es in der Nähe der Pole Parallelkreise geben, die überhaupt nicht mehr vom Kreis der Schattengrenze getroffen werden. Diese sind dann entweder immer beleuchtet oder immer unbeleuchtet während dieser Zeit, je nachdem sie vor oder hinter der Schattengrenze liegen. Da nun aber in der Zeit vom 20. März bis 23. September der nördliche Teil der Erdachse mit der Zentrallinie zur Sonne hin spitze Winkel bildet, so sind auch auf der nördlichen Halbkugel in dieser Zeit gerade die grösseren Teile der Parallelkreise beleuchtet, die kleineren unbeleuchtet.

Mehr und mehr neigt sich vom 21. März an der Kreis der Schattengrenze gegen den Äquator, unsere Tage werden also immer länger und länger, und um den Nordpol treten immer südlichere Parallelkreise allmählich ganz aus der Schattengrenze heraus. Auf der südlichen Halbkugel aber rücken immer mehr Parallelkreise ganz in den Bereich des Schattens hinein, und so haben immer mehr und mehr Bewohner derselben längere Zeit über 24 Stunden Nacht.

Am 21. Juni ist bereits der Parallelkreis $66\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlich vom Äquator, wir nennen ihn den nördlichen Polar-

kreis, völlig aus der Schattengrenze herausgerückt, während der gleiche Parallelkreis südlich vom Äquator, der südliche Polarkreis, ganz im Schatten liegt. Aber gerade an diesem Tag tritt Stillstand und Wechsel ein.

An diesem Tage geht für alle Bewohner der Erde die Sonne am weitesten gegen Norden zu auf und steht für uns Bewohner der nördlichen Halbkugel mittags am höchsten. Unser Tag hat seine längste Dauer erhalten, während gleichzeitig unsere Antipoden die längste Nacht, resp. den tiefsten Sonnenstand am Mittage haben.

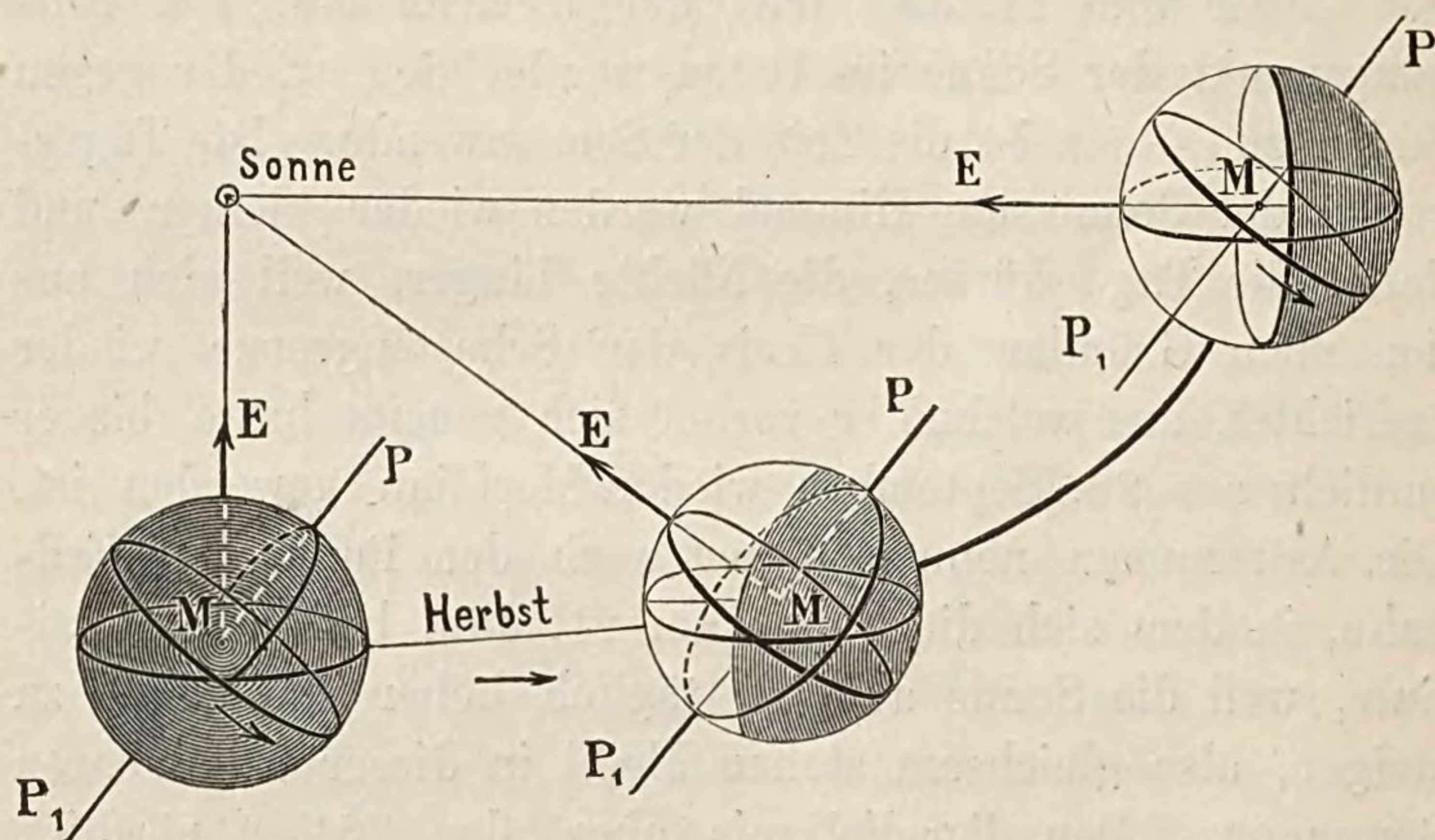
Die Äquatorbewohner haben die Sonne, welche nun für die Bewohner des Parallelkreises von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ im Zenith steht, nicht mehr im Zenith, sondern nördlich davon; für die Nordpolbewohner dagegen beschreibt an diesem Tage die Sonne einen vollen Kreis, der $23\frac{1}{2}^{\circ}$ über ihrem Horizont steht. Für ihn hat seit dem 21. März der Tag nicht mehr mit der Nacht gewechselt, während für den Südpolbewohner schon seit einem Vierteljahr die Sonne untergegangen ist und die leuchtende Polarnacht alles Leben umfängt.

Aber vom 21. Juni tritt der Wechsel ein. Der Aufgangspunkt der Sonne im Osten wendet sich wieder gegen Süden zu, — es ist die Zeit der Sonnenwende. Die Tagesbogen der Sonne am Himmel werden wieder kleiner, und daher die Tage kürzer, die Nächte länger, weil sich aus denselben Gründen der Kreis der Schattengrenze wieder aufrichtet, aus welchen er vorher sich geneigt hatte, bis er endlich am 23. September wieder Meridian geworden ist. Die Astronomen nennen daher auch den Punkt der Erdbahn, in dem sich die Sonne am 21. Juni befindet, Solstium, weil die Sonne aufhört, täglich höher und höher zu steigen, also gleichsam stehen bleibt in dieser scheinbaren Bewegung. Den Parallelkreis aber, der $23\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlich vom Äquator liegt, heissen sie nördlichen Wendekreis, weil die Sonne, nachdem sie am 21. Juni senkrecht über ihm stand, sich gleichsam wendet, um nun wieder südlichere Parallelkreise täglich zu beschreiben.

Am 23. September hat die Erde etwas mehr als die Hälfte ihrer Bahn zurückgelegt; die Erde steht nun im zweiten Äquinocial- oder Tag- und Nachtgleichpunkt und indem sie nun die zweite Hälfte der Bahn bis zum 21. März des kommenden Jahres durchläuft, wiederholen sich alle Erscheinungen, die wir bisher betrachtet haben, nur dass die nördliche und südliche Halbkugel der Erde ihre Rollen vertauschen. Denn der Winkel (PME), den die Nordhälfte der sich immer parallel bleibenden Erdachse mit der Centralinie zur Sonne bildet, wird nun immer stumpfer, während er im ersten halben Jahr spitz war. Hievon können wir uns jeden Augenblick überzeugen, wenn wir einen Stift in schräger Lage sich selbst parallel etwa um den Mittelpunkt einer Tischplatte im Kreise herumführen.

Die Folge dieses stumpfen Winkels ist nun aber, dass die Verbindungslinie von Erd- und Sonnenmittelpunkt jetzt südlich vom Äquator auf der beleuchteten Seite der Erdkugel dieselbe durchsticht, und somit der Nordpol hinter

Fig. 14.



den auf ihr senkrecht stehenden Kreis der Schattengrenze tritt. Auf diesem Nordpol stellt sich daher nun die lange Polarnacht ein, während gleichzeitig in unseren Breiten die Tage immer kürzer und kürzer werden, bis die Erde am

22. Dezember in ihr zweites Solstitium tritt. Dann steht die Sonne gerade über dem Parallelkreis $23\frac{1}{2}^{\circ}$ südlich vom Äquator, also über dem südlichen Wendekreis, senkrecht, während sie z. B. in Archangel oder Hammerfest mittags 12 Uhr gerade ein klein wenig über den Horizont kommt, um bald darauf wieder zu verschwinden, in Nowaja Semlja oder gar Spitzbergen aber bereits vor Wochen untergegangen ist.

Das ist die Zeit der Wintersonnenwende; auch sie vergeht. Die Erde fliegt ihrem Frühlingäquinocium zu, und das alte Spiel beginnt von neuem. Das alte Spiel, ohne dessen reichen Wechsel Tag und Nacht in gleicher Einförmigkeit sich ewig wiederholen würden. Nur am Äquator weicht mit unveränderlicher Regelmässigkeit alle 12 Stunden der Tag der Nacht und diese wiederum dem Tage. Nur an den Polen giebt es bloss eine Nacht und einen Tag im Jahre. In unsern Breiten aber herrscht der Wechsel. Wir freuen uns auf den wachsenden Tag; wir begrüßen aber auch die wachsenden Nächte; den wachsenden Tag, weil er uns Licht und Lenz bringt, die wachsenden Nächte, weil sie die traulichen Abendstunden, die der Arbeit sowohl als dem Frohsinn gewidmet sind, im gefolge haben.

Der gestirnte Himmel.

Kaum sind die letzten Strahlen der Sonne erloschen, da erwacht an dem sich immer dunkler und dunkler färbenden Himmel der schweigenden Nacht das geheimnisvolle Leben der funkelnden Sterne, das wir so oft schon bewundernd betrachteten und das uns so viele gelöste und unge löste Fragen immer von neuem entgegenstellt. Das schwache Dämmerlicht weicht dem glänzenden Gefunkel von Millionen Sternen, die mit zunehmender Nacht sich ins Unzählbare zu vermehren scheinen. Alte bekannte Sternbilder begrüßen wir: dort im Norden die sieben Sterne des grossen Wagens,

dort etwas südlicher das leuchtende W der Kassiopeja, hier im Osten den glänzenden Stab des Orion und drüben im Westen das Funkeln der Wega in der Leier. Mit majestätischer Ruhe wandern langsam die Gestirne in grossen Parallelkreisbogen von Osten nach Westen über das Himmelsgewölbe. Die Bewegung erhöht die Pracht des Schauspiels. Wir wissen, sie ist das Spiegelbild der Bewegung unserer Erde, die mit gewaltiger Schnelligkeit um ihre Achse sich dreht, und nur die ungeheure Entfernung der Sterne lässt dieselbe uns so langsam erscheinen. Andere Sterne kommen dort im Osten herauf; nahe am Horizont erblicken wir nun den Sirius, während eben im Westen der gleichhell leuchtende Altair des Adlers untergegangen ist. Nur in der Nähe des Zeniths scheint grössere Ruhe zu herrschen; wenn wir durch die Hinterräder des grossen Wagens eine Gerade ziehen und auf ihr die Entfernung der beiden Räder fünfmal gegen die Kassiopeja uns abgetragen denken, so treffen wir auf jene Stelle, die völlig bewegungslos ist. Es ist der Nordpol des Himmelsgewölbes, dort trifft die verlängert gedachte Erdachse dasselbe; neben ihr finden wir den Polarstern. Um ihn kreisen die sogenannten Cirkumpolarsterne, welche, immer sichtbar, weder auf- noch untergehen: Die Gestirne des grossen und kleinen Wagens, die Kassiopeja, die glänzende Kapella im Fuhrmann.

Dabei halten alle Gestirne, wie die Soldaten eines wohlgeordneten Heeres im Marsch, regelmässig denselben Abstand, nur einige derselben scheinen gleich der Sonne und dem Monde sich in das allgemeine Gesetz nicht fügen zu wollen.

Dort wandern sie, die rast- und ruhelosen Planeten, die bläuliche Venus, der rötliche Mars, der glänzende Jupiter, der schlichte Saturn. Sie sind wie die Erde Trabanten der Sonne, und doch selbst grosse Herren, die sich eigene Trabanten halten. Wollen wir ihre Eigenbewegung etwas schärfer verfolgen, so brauchen wir nur das Netz von Meridianen und Parallelkreisbogen unserer Erde auf den Himmel abzubilden, indem wir uns die Ebenen dieser Kreise

bis zum Schnitt mit der Himmelskugel ausgedehnt denken. Die Erde wie den Himmel teilt dann dieses Netz in kleine Trapeze, und während die zahllosen Fixsterne in alle Ewigkeiten die ihnen angewiesenen Trapeze nicht verlassen, finden wir die Planeten in immer anderen und anderen. Nur insoferne ist diese Eigenbewegung beschränkt, als sie nur in der Nähe der Himmelsekliptik stattfinden kann. Denn alle Planetenbahnen sind wenig geneigt gegen unsere Erdbahn, und so müssen wir denn auch die Planeten dort am Himmel erblicken, wo die Ebene unserer Erdbahn denselben schneidet. Diese gedachte Kreislinie ist nicht schwer zu finden. Wir denken uns durch unsern Fusspunkt eine Ebene senkrecht zur Richtung nach dem Polarstern; es ist die Ebene unseres Äquators, welche auch am Himmel den Äquator anschneidet, und wieder durch unsern Fusspunkt eine zweite Ebene, welche mit ihr gegen Norden einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ bildet, so trifft diese den Himmel in der Ekliptik. Dort ist der Schauplatz der Planeten, und des Mondes; ziehen wir durch den höchsten Punkt der Ekliptik einen Parallelkreis zum Äquator, so haben wir in ihm den Wendekreis des Krebses, und denken wir uns ebenso $23\frac{1}{2}^{\circ}$ südlich vom Äquator den Parallelkreis des Steinbockes, so begrenzen diese beiden Wendekreise jenen Gürtel am nächtlichen Himmel, auf dem sich die 12 Sternbilder der Alten befinden, und in denen wir im Laufe des Jahres die Sonne erblicken.

Noch auffallender als die Eigenbewegung der Planeten ist uns die Eigenbewegung des ungleich näheren Mondes und dessen scheinbare Zu- und Abnahme. Steht er während seines Laufes um die Erde zwischen dieser und der Sonne, so können wir ihn nicht sehen, da er gerade die von der Sonne beleuchtete Seite von uns abwendet, und überdies fast gleichzeitig mit der Sonne auf- und untergeht. Bald aber bleibt er mehr und mehr hinter der Sonne zurück, und dann sehen wir ihn zuerst am westlichen Himmel als schmale Sichel nicht weit von der Sonne. Von Tag zu Tag

wächst die Breite der Sichel, und immer später nach dem Scheiden der Sonne fällt der Untergang des Mondes. Sobald die Erde zwischen Sonne und Mond steht, erblicken wir dessen voll erleuchtete Hälfte: wir haben Vollmond, und der Mond geht gerade auf, wenn die Sonne unter den Horizont gesunken ist. Von da an nimmt der Mond wieder ab, nur beginnt die Abnahme auf der westlichen Seite, bis er endlich wieder als schmale Sichel nur mehr kurz vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel bemerkt wird; dann wiederholt sich der Wechsel in der alten Reihenfolge.

Bisweilen stellen sich auch glänzende Gäste am nächtlichen Himmel ein; so fast täglich, namentlich aber im August und November die zahlreichen Sternschnuppen, d. h. Trümmer zerstörter Weltkörper, welche in ihrem sausenden Flug durch den Weltenraum die Lufthülle der Erde durchschneiden und während dieser kurzen Zeit infolge des Reibungswiderstandes erglühen und leuchten. Viel seltener aber erscheinen ihre weit glänzenderen Brüder, die Kometen, um dafür aber auch längere Zeit das Staunen und die Bewunderung der ganzen Welt hervorzurufen. Woher sie kommen, wohin sie gehen, ist von den meisten unbekannt. Während die Planeten Weltkörper wie unsere Erde, ohne eigenes Licht, die zahllosen Fixsterne aber selbst leuchtende Sonnen wie unsere Sonne sind, kennen wir die Beschaffenheit der Kometen noch wenig. Heute weiss man wenigstens, dass auch ihr Licht von unserer Sonne erborgt ist, so dass sie nach dieser Richtung den Planeten verwandt sind. Ist der Komet noch sehr weit von der Sonne entfernt, so erscheint er als ein unbestimmt begrenzter Nebelhaufen; je mehr er sich ihr nähert, um so schärfer bildet sich ein glänzender Kern und ein immer grösser werdender Schweif, der stets von der Sonne abgewendet ist. In der Sonnennähe ist die Erscheinung am prachtvollsten; dann nimmt der Schweif wieder ab, und endlich verschwindet der Komet wieder als immer schwächer und schwächer werdender Nebel im Weltenraum. Die neuesten Forschungen scheinen zu be-

stätigen, dass die Kometen mit den Sternschnuppenschwärmen in engem Zusammenhang stehen. Darnach könnte ein solcher dichtgedrängter Schwarm von der Sonne beleuchtet in den weiten Fernen des Himmelsraumes nur als Komet erscheinen.

Bei allem Glanze haben die grösseren Kometen dasselbe ruhige Licht wie die Planeten, und dieses ruhige Licht bildet neben der Eigenbewegung dieser Gestirne ein weiteres charakteristisches Merkmal, sie von den flimmernden Fixsternen am Himmel zu unterscheiden. Woher das Flimmern und Farbenwechseln der Fixsterne rührt, das dem winterlichen Nachthimmel solche Pracht verleiht, hat uns die Physik gelehrt, indem sie uns die Erscheinung der Licht-Interferenz erklärt. Wenn nämlich von einem Punkte zwei oder mehrere Lichtstrahlen ausgehen und nach getrennten Wegen wieder in einem Punkte zusammentreffen, so können sie sich dort verstärken oder auch gegenseitig aufheben. Diese Bedingungen treten nun gerade beim Durchgang des Fixsternlichtes durch unsere Atmosphäre ein. Die beständige Dichtigkeitsveränderung derselben bewirkt eine Trennung und immer andere teilweise Wiedervereinigung der Lichtstrahlen, von denen sie auch einen Bruchteil absorbiert, so dass hiedurch die Sterne in wechselnder Stärke und Farbe flimmern. Wenn das bei den Planeten nicht eintritt, so ist der Grund darin zu suchen, dass sie nicht als Punkte, sondern infolge ihrer Nähe als kleine Scheiben leuchten.

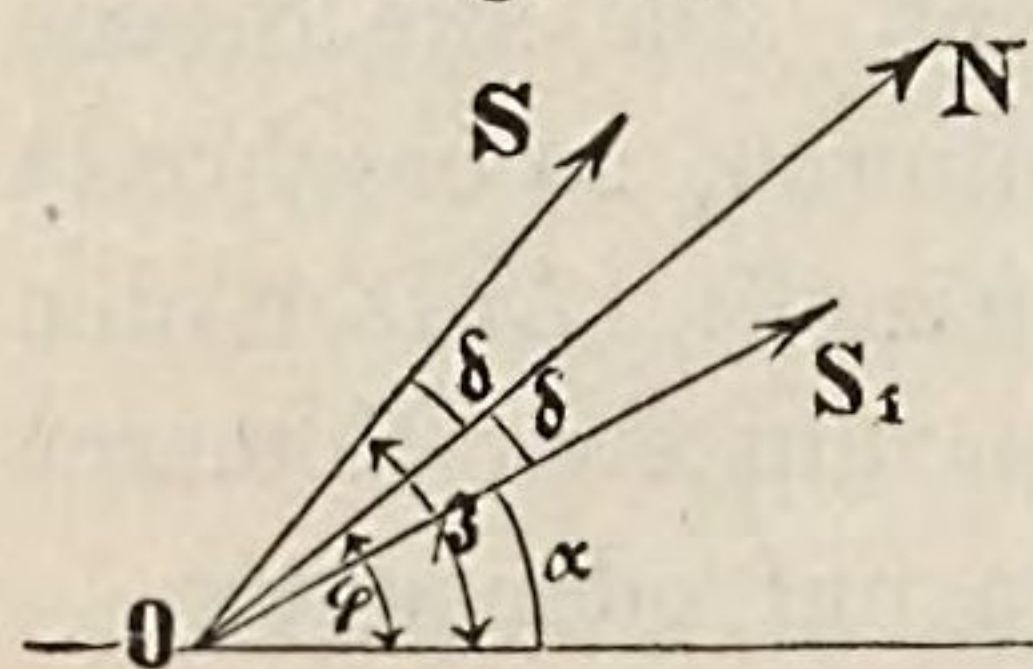
Mit dem Standpunkt des Beschauers verändert sich nicht nur der Kreis der sichtbaren Gestirne, sondern auch die scheinbare Bewegung derselben. Ein Bewohner des Nordpols hat den Weltpol im Zenith, während der Äquatorkreis als Grenze des Horizonts erscheint. Da alle Sterne parallel zum Äquator um den Weltpol rotieren, so beschreibt jeder Stern einen Parallelkreis zum Horizont. Ausser den wenigen Planeten, dem Monde und den unsteten Kometen geht jahraus jahrein kein Stern für ihn auf oder unter.

Das Jahr hat für den Polarbewohner nur einen Tag

und eine Nacht, den Tag während des Frühlings und des Sommers, die Nacht im Herbst und Winter. Der Bewohner des Äquators dagegen hat den Weltpol im Horizont, während der Himmelsäquator durch seinen Zenith geht, und somit beschreiben alle Sterne Kreise, welche wie der Äquator senkrecht auf dem Horizont stehen; der ganze gestirnte Himmel öffnet sich dort dem Auge des Beobachters, jeder Stern geht auf und unter. Rückt man aber Grad um Grad vom Äquator aus gegen unsere Breiten, so hebt sich Grad um Grad der Weltpol wieder über den Horizont. Der Äquator aber und mit ihm alle Parallelkreise neigen sich gegen denselben und zwar um eben so viel Grade, als wir gegen Norden vorgerückt sind, oder als der Weltpol sich über den Horizont erhoben hat.

Für uns ist dies von hervorragender Bedeutung. Befände sich nämlich direkt im Weltpol ein Stern, so bräuchten wir nur den Winkel zu messen, den ein gegen ihn gerichtetes Fernrohr mit dem Horizont bildet, um in ihm sofort die geographische Breite unseres Beobachtungsortes zu besitzen. Das ist nun allerdings nicht der Fall. Allein mit Hilfe eines Cirkumpolarsternes können wir gleichwohl die Polhöhe finden. Jeder Polarstern muss nämlich innerhalb 24 Stunden zweimal durch unsern Meridian, das eine Mal südlich vom Pol, das andere Mal nördlich von ihm, beide Male aber in der nämlichen Entfernung δ von ihm. Bildet dann das gegen ihn gerichtete Fernrohr das eine Mal den Winkel α , das andere Mal den Winkel β mit dem Horizont, so ist, wie man leicht findet, die Polhöhe $\varphi = \frac{\alpha + \beta}{2}$ *)

Fig. 15.



*) Denn ist in nebenstehender Figur ON die Richtung zum Nordpol, OS die obere, OS₁ die untere „Kulmination“, so sieht man:

$$\beta = \alpha + 2\delta$$

$$\text{also } \delta = \frac{\beta - \alpha}{2}, \text{ und deshalb}$$

$$\varphi = \alpha + \delta = \alpha + \frac{1}{2}(\beta - \alpha) = \frac{\alpha + \beta}{2}$$

Es setzt dies freilich voraus, dass wir bereits den Meridian unseres Beobachtungsortes kennen, da ja in ihm das Fernrohr gedreht werden muss. Aber auch dazu verhelfen uns wieder die Sterne. Der Bogen, den ein Stern die Nacht hindurch beschreibt, wird ja durch den Meridian halbiert. Dabei passiert der Stern in seiner scheinbaren Bewegung jede Höhe, d. i. jeden Parallelkreis zum Horizont, zweimal, einmal beim Aufsteigen im Osten des Meridians, und einmal beim Absteigen im Westen desselben. Beobachten wir also mit dem Fernrohr zwei solche gleiche Höhen, so giebt die Halbierungslinie des Winkels, um den wir das Fernrohr dabei drehen mussten, direkt die Richtung des Meridians.

So hilft uns die aufmerksame Beobachtung des gestirnten Himmels eine der wichtigsten Aufgaben der Geographie lösen, und hat uns damit, wie wir schon früher gesehen, das beste Mittel in die Hand gegeben, die Gestalt der Erde festzustellen. In ähnlicher Weise lehrt sie uns noch viele andere Fragen und Aufgaben lösen, die das Interesse des menschlichen Geistes in höchstem Masse fesseln. Hat schon in früheren Jahrtausenden die glänzende Pracht des Himmels den Menschen im tiefsten Herzen angeregt, so lockt sie heute auch den rastlosen Geist, dass er die Geheimnisse des Firmamentes belausche.

Unser Zeitmass.

Die periodische Wiederkehr von Tag und Nacht, der ewig unveränderliche Wechsel von Frühling, Sommer, Herbst und Winter hat die Menschen frühzeitig gelehrt, den Massstab zu bestimmen, mit dem sie eines ihrer höchsten Güter messen, nämlich die Zeit. Von jeher galt als Masseinheit die Dauer einer einmaligen scheinbaren Bewegung der Erde um die Sonne, oder auch die Dauer einer einmaligen Drehung der Erde um sich selbst. Allein dieses Zeitmass ist ein anderes als jenes, das wir bürgerlichen Tag nennen. Der bürgerliche

Tag, also die Zeit, innerhalb welcher der Stundenzeiger einer guten Uhr zweimal über das Zifferblatt kreist, fällt keineswegs immer zusammen mit der Dauer eines wahren Sonnetages, und noch weniger mit der Dauer einer einmaligen Umdrehung der Erde um ihre eigene Achse. Es ist daher recht wichtig, einmal zu untersuchen: Wie verhält sich denn unser bürgerlicher Tag zu den eben angegebenen beiden Zeitmassen?

Da die Rotation der Erde mit ewig unveränderlicher Gleichförmigkeit vor sich geht, so wäre es dem ersten Anscheine nach das beste, der Mensch würde die Dauer einer vollen Umdrehung der Erde als Masseinheit für die Zeit zu grunde legen. Den Verlauf eines solchen Zeitraumes erkennen wir daran, dass ein Fixstern in dieser Zeit genau einen scheinbaren Umlauf um die Erde vollendet; wir erblicken ihn wieder an derselben Stelle des fest gedachten Himmelsgewölbes, an der wir ihn beim Beginne des erwähnten Zeitraumes bemerkten. Nun rechnen auch die Astronomen nach diesem Tage, den sie Sterntag nennen, allein für das bürgerliche Leben wäre er unbequem. Mensch und Tier ist gewöhnt, Arbeit und Ruhe nach dem Stand der Sonne zu richten. Dieser richtet sich aber keineswegs nach dem Sterntag, und das ist folgendermassen zu erkennen. Wenn wir auf einer Strasse wandern und, weil in Gedanken versunken, plötzlich dicht neben uns den Meilenstein erblicken, so brauchen wir nur eine Viertelsdrehung zu machen, um von ihm abzulesen, wie weit wir noch nach unserm Ziele zu wandern haben; sind wir aber bereits über ihn hinausgeeilt, so müssen wir uns ein gut Stück mehr drehen. So ist es auch mit unserer Erde. Würde sie am alten Platze stehen bleiben, so würde gerade nach Ablauf eines Sterntages auch die Sonne genau so wie alle anderen Fixsterne wieder ihre nämliche Stelle am Himmelsgewölbe einnehmen. Nun ist aber, wie wir wissen, unterdessen die Erde auf ihrer Strasse cirka 2 500 000 Kilometer weiter gewandert und muss sich daher noch ein gut Stück mehr als

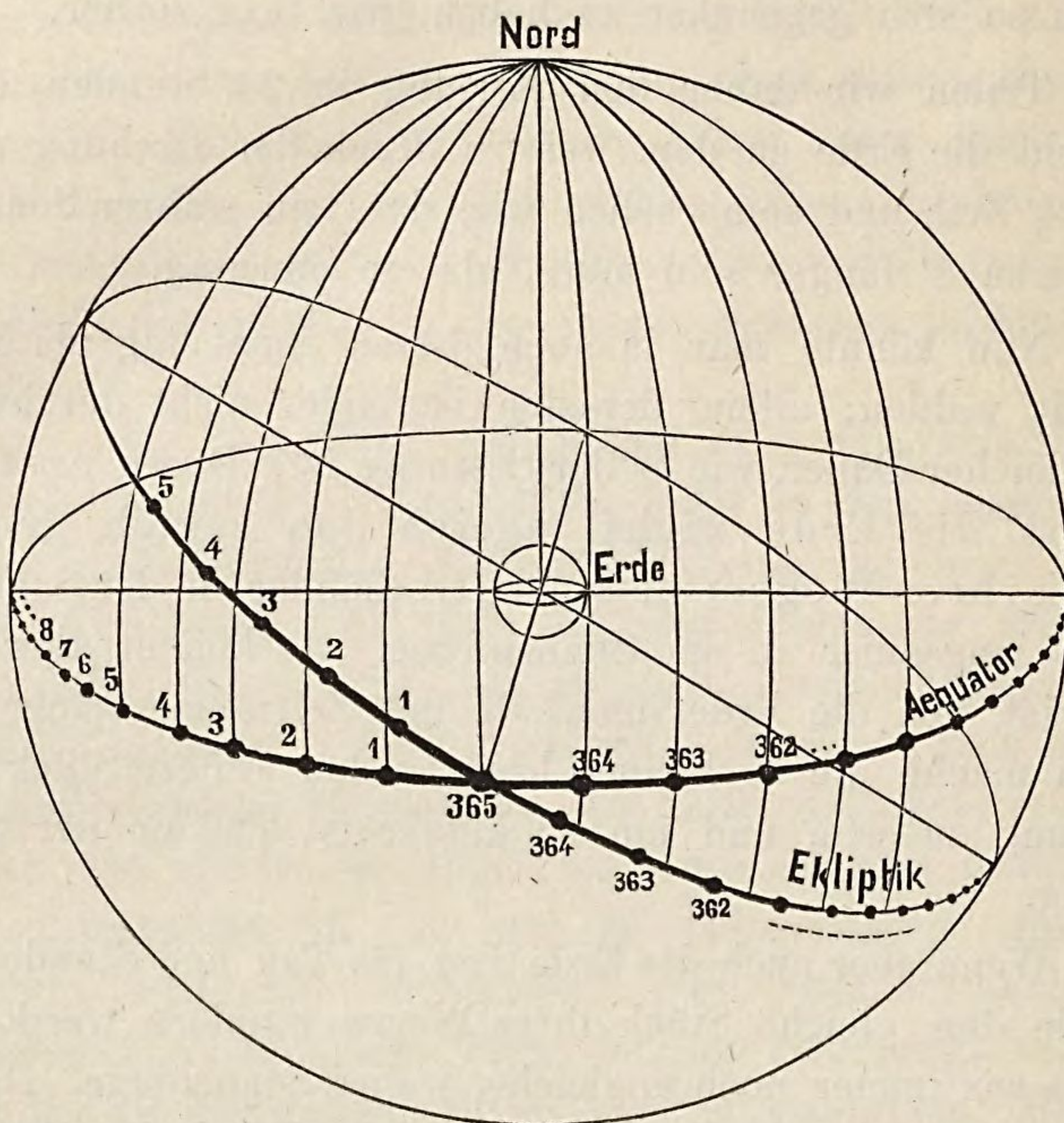
einmal um sich selbst drehen, um die liebe Sonne wiederum genau so sich gegenüber zu haben, wie tags vorher.

Teilen wir daher den Sterntag in 24 Stunden, dann braucht die Erde zu dem weitem Stück der Drehung noch etwa 4' Zeit, und somit sehen wir, dass ein wahrer Sonnentag zirka 4' länger sein muss, als ein Sterntag.

Nun könnte man ja auch diesen Sonnentag als Zeiteinheit wählen; allein derselbe ist leider nicht durchwegs von gleicher Dauer, wie es der Sterntag ist. Denn erstens macht die Erde nicht täglich das gleich grosse Stück ihres Weges; sie wandert schneller in der Sonnennähe, langsamer in der Sonnenferne. Je kleiner aber der Weg ist, den die Erde innerhalb des Zeitraumes einer Rotation macht, um so kleiner braucht das weitere Stück der Drehung zu sein, und um so kürzer ist alsdann der Sonnentag.

Wenn aber auch die Erde Tag für Tag und Stunde um Stunde dies gleiche Stück ihres Weges wandern würde, so hätten wir immer noch ungleiche, wahre Sonnentage. Denn zweitens steht die Erdachse auf der Erdbahn (Ekliptik) nicht senkrecht, sondern schief. Infolgedessen ist die scheinbare Bahn der Sonne, wie wir gesehen haben, nicht täglich der nämliche Parallelkreis wie z. B. die scheinbare Bahn der Fixsterne, sondern ein Stück einer vielfach gewundenen Schraubenlinie, wie wir alle Tage daran erkennen, dass die Sonne im Winter und Frühjahr an jedem folgenden Mittag etwas höher, im Sommer und Herbst dagegen etwas tiefer steht, als am vorhergehenden. Würde die Sonne jeden Mittag an ihrem neuen scheinbaren Platze des Himmels gewölbes einen leuchtenden Punkt hinterlassen, so würden wir nach Ablauf eines Jahres, also nach Vollendung eines Erdumlaufes, am Himmelsgewölbe eine glänzende punktierte Kreislinie, die sogenannte Ekliptik, sehen. Sie träfe den Himmelsäquator unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$, indem sie ihn halbierte, und ihre 365 Punkte bezeichneten uns die

Fig. 16.



Stellen, an denen die Sonne jeden Mittag des verflossenen Jahres gestanden ist. Würden wir dann ebenso den Himmelsäquator in 365 gleiche Teile teilen und nun alle Punkte hier wie dort etwa von einem Halbierungspunkte beider Kreise aus gleichmässig numerieren, so erkennen wir sofort, dass je zwei gleich numerierte Punkte nicht immer unter demselben Himmelsmeridian liegen können, sondern dass die Punkte der Ekliptik stellenweise vor, stellenweise hinter dem Meridian liegen, der durch den gleich numerierten Äquatorpunkt geht.

Würden alle 365 Ekliptikpunkte auf die Himmelsmeridiane ihrer entsprechenden Äquatorpunkte fallen, so müssten alle wahren Sonnentage von gleicher Dauer sein, nämlich gleich der Zeit für eine volle Erdumdrehung plus der Zeit für die weitere Drehung von $\frac{1}{365}$ des Äquators. So aber

sind die wahren Sonnentage bald kürzer, bald länger als diese Zeit.

Darum lässt sich auch der wahre Sonnentag nicht als Zeitmass gebrauchen, weil man nicht jeden Tag eine andere Masseinheit verwenden und keine Uhren oder andere Instrumente verfertigen kann, welche den Verlauf einer solchen wechselnden Zeiteinheit kundgeben. Vielmehr hat man nun einen sogenannten mittleren Sonnentag als Zeiteinheit gewählt, das ist der bereits erwähnte Zeitraum, innerhalb dessen die Erde eine volle Umdrehung um sich selbst und noch eine weitere Drehung von $\frac{1}{365,25}$ des Äquators, d. i. eine gesammte Drehung von $360^{\circ} 59' 8,8''$ macht. Diesen Zeitraum umfasst unser gewöhnlicher bürgerlicher Tag.

Freilich trifft infolge dessen der wahre Mittag, d. i. der Zeitpunkt, an welchem eine Sonnenuhr die zwölfte Stunde zeigt, nur viermal im Jahre gerade mit unserm bürgerlichen Mittag zusammen. Mitte Februar fällt er 15' später, anfangs November dagegen 16' früher. Dies ist auch der Grund, warum es uns im Oktober und November dünkt, als zeigte sich die Abnahme des Tages am Nachmittag stärker, als am Vormittag, dagegen im Januar und Februar, als ob das Wachstum des Tages stärker wäre am Abend als am Morgen.

In Wirklichkeit muss das Wachstum am Morgen wie am Abend dieselbe Grösse haben, weil ja unsere Mittagslinie stets den Parallelkreisbogen halbiert, den die Sonne am Himmelsgewölbe den Tag über beschreibt. Wenn jedoch, wie dies z. B. anfangs Januar der Fall ist, der bürgerliche Mittag täglich fast um die Hälfte der Zeit früher fällt, um welche der Tag am Morgen wachsen soll, so erleben wir die Täuschung, als ob die Nachmittage rascher zunähmen, als die Vormittage. Diese Täuschung träte nicht ein, wenn wir die Sonnenuhr als Zeitmesser benützen würden.

Wir fassen nun 365 solcher bürgerlichen Tage zu einem bürgerlichen Jahre zusammen. Astronomisch ist aber ein Jahr erst zu Ende, wenn wir Erdenbewohner die Sonne

genau wieder an derselben Stelle des Himmelsgewölbes sehen, und dies tritt nicht in 365 Tagen, sondern streng genommen erst nach 365,24225 Tagen, d. i. nach 365^t 5^h 48' 50,4" ein. Wenn wir daher das neue Jahr bereits beginnen, so haben wir vom alten Jahre eigentlich noch beinahe 6 Stunden übrig, und dieses Guthaben summiert sich in vier Jahren zu fast einem Tage. Deshalb schalten wir auch alle vier Jahre zwischen dem 23. und 24. Februar einen Tag ein, damit sich nicht unser Jahresanfang allmählich in andere Jahreszeiten verschiebt.

Diese Einschaltung rührt schon von Julius Cäsar her, der in seiner Eigenschaft als Pontifex Maximus auch die Oberaufsicht über den Kalender hatte. Allein, wie wir sehen, wird dadurch immer noch nicht ganz dem Übel gesteuert, das Julius Cäsar eigentlich heben wollte. Denn da der Überschuss des Sonnenjahres nicht ganz 6 Stunden beträgt, so wurde hiedurch alle Jahre um 11' 10" zu viel eingeschaltet, so dass bereits 1600 Jahre später der Frühlingsanfang 10 Tage früher, nämlich am 11. März stattfand, wiewohl auf dem Konzil zu Nicäa schon drei Tage korrigiert worden waren. Dies veranlasste endlich Papst Gregor XIII., folgende Verbesserung einzuführen:

„Am 4. Oktober 1582 fallen 10 Tage aus, so dass also der auf den 4. Oktober folgende Tag als 15. Oktober zu zählen ist. Im allgemeinen ist jedes Jahr, dessen Zahl durch 4 oder 400 teilbar ist, ein Schaltjahr, ausgenommen jedes durch 100 oder 4000 teilbare, welches als gemeines zu zählen ist.“

Die Verbesserung wurde allmählich von allen christlichen Völkern angenommen. Nur die griechisch-katholische Kirche hat den alten julianischen Kalender beibehalten, so dass die Russen gegenwärtig beinahe 13 Tage zurück sind.

Das bürgerliche Jahr war indes nicht immer der Inbegriff einer so grossen Zahl von Tagen, vielmehr zählten die ältesten Völker ihre Jahre nicht nach Erd- sondern nach Mondumläufen. In derselben Weise nämlich, wie sich

die Erde um die Sonne bewegen muss, muss der Mond um die Erde und mit dieser um die Sonne wandern. Die Zeit eines solchen vollen Umlaufes um die Erde ist die Zeit zwischen zwei Neumonden. Sie beträgt etwa 30 Tage, oder genauer $29^t 12^h 44' 3''$.

Der heutige bürgerliche Monat, der im Durchschnitte ebenfalls 30 Tage zählt, rührt sehr wahrscheinlich noch vom Mondumlaufe her. Die Zeit von 12 Mondumläufen nannte man ein Mondjahr, und heute noch rechnen die Bekenner des Islâm nach diesem Jahre. Da dasselbe aber nur $12 \text{ mal } 29^t 12^h 44' 3'' = 354^t 8^h 48' 6''$ zählt, so ist dasselbe nahezu 11 Tage kleiner als das Sonnenjahr, weshalb der Jahresanfang bei den Mohammedanern innerhalb 33 Jahren in alle Jahreszeiten fallen muss. —

Die Kartenprojektionen.*)

Die Versuche, unsere Erdoberfläche oder einzelne Teile derselben im Bilde darzustellen, sind verhältnismässig sehr alt. Schon Ptolemäus (um 150 n. Chr.) stellte einen ganzen Atlas solcher Bilder für die damals bekannte Welt zusammen, dessen einzelne Karten freilich schon deshalb wenig getreu sein konnten, weil ja einesteils die Kenntnisse von der wahren Gestalt der Erde noch sehr oberflächliche und andernteils die Methoden zur Bestimmung der Lage eines Punktes auf der Erde noch sehr unvollständig waren. Hat doch Ptolemäus selbst die geographische Breite Alexandriens um $\frac{1}{4}^\circ$ ungenau bestimmt. Wenn dann auch im späteren Mittelalter mit der grossartigen Entwicklung der Segelschiffahrt das Bedürfnis nach getreueren Karten sich geltend machte und dieses Bedürfnis auch wirklich Besseres gezeitigt

*) Zum eingehenden Studium sei hingewiesen auf: D. Karl Zöpritz, Leitfaden der Kartenentwurfslehre, und auf: A. Tissot, Netzentwürfe geographischer Karten, deutsch von E. Hammer, Professor in Stuttgart.

hat, so war es doch erst dem Gerhard Kaufmann († 1569), der seinen Namen nach damaliger Sitte in „Mercator“ übersetzte, vorbehalten, einen völligen Umschwung in der Kunst der geometrischen Kartendarstellung hervorzurufen. Auf eine zweite Stufe der Vollendung brachte sie der geniale deutsche Astronom Lambert († 1777), während sie in unsern Tagen durch die gründlichen mathematischen Untersuchungen Tissot's in Verbindung mit der überraschenden Sorgfalt der modernen Zeichnungsmethoden auf die höchste Stufe der Vollendung zu kommen scheint.

Im Laufe dieser Zeit von 2000 Jahren ist natürlich eine übergrosse Menge von Methoden entstanden, die Oberfläche unserer Erde in der Zeichnungsebene des Papiere darzustellen, von denen viele nur sehr mangelhafte Bilder liefern konnten. Denn ebensowenig als es möglich ist, eine Kugeloberfläche so zu zerschneiden, dass man die einzelnen Stücke ohne Falten und Blasen, ohne Dehnung und Verzerrung in eine Ebene zusammenhängend ausbreiten kann, ebensowenig ist es möglich, ein in jeder Beziehung getreues Bild der Erdoberfläche auf dem ebenen Papiere zu erhalten. Es fragt sich also immer: Welche Methode liefert das annähernd beste Bild? Damit aber ein Bild verdient, das beste genannt zu werden, sollte es folgende drei Eigenschaften besitzen:

1) Der Winkel, den irgend zwei Linien auf der Kugel mit einander bilden, soll auf der Karte derselbe sein; es schneiden sich dann auch auf dem Bilde wie auf der Kugel alle Meridiane und Parallelkreise senkrecht und wir sagen: Das Bild ist winkeltreu.

2) Die Inhalte irgend zweier beliebig umgrenzter Flächenstücke auf der Karte sollen sich gerade so verhalten, wie sie sich in Wirklichkeit auf der Kugel verhalten; wir sagen dann: Das Bild ist flächentreu; endlich

3) Haben irgend zwei Punkte der Karte gleichen Abstand vom Kartenmittelpunkt, so sollen ihn auch die wirklichen Punkte auf der Erdoberfläche von dem entsprechen-

den Punkte haben, und dann sagen wir: Das Bild ist von der Mitte aus abstandstreu.

Alle drei Eigenschaften kann nun ein Bild niemals gleichzeitig haben, sondern immer nur eine; doch können hiezu die beiden andern wenigstens annähernd vorhanden sein, und dies ist dann das Kennzeichen eines guten Bildes. Wir werden nun die bekanntesten Methoden schildern und uns dann fragen: Wie weit entspricht das Bild der Wirklichkeit?

Als erstes, einfachstes Beispiel wollen wir unsere Mondkarten betrachten. Sie geben uns ein getreues Bild, nicht wie der Mond in Wirklichkeit ist, sondern wie er uns von der Erde aus erscheint. Das Bild entsteht auf folgende Weise. Wir schneiden eine Kugel längs der Achse Nord—Süd in zwei Hälften und legen die eine Hälfte mit ihrer Schnittfläche auf unsern Zeichentisch. Sodann fällen wir von jedem Punkte der Halbkugeloberfläche, den wir im Bilde haben wollen, das Lot auf den Zeichentisch; der Fusspunkt desselben ist dann das Bild des Originalpunktes. Da bei diesem Verfahren alle Parallelkreise senkrecht auf der Unterlage stehen, so werden ihre Bilder gerade Linien, dagegen werden die schiefstehenden Meridiankreise Elipsen. Wir nennen diese Art der Abbildung Parallelperspektive, weil ja alle Lote parallel sind. Das Bild selbst hat keine der obigen drei Grundeigenschaften, und deshalb wird diese Methode für Bilder der Erde nicht benützt, sondern nur für Mondbilder aus dem oben angeführten Grunde.

Ein zweites Beispiel liefern die Seekarten. Sie entstehen auf folgende Weise. Wir versetzen uns in den Mittelpunkt der Erde, welche irgendwie auf einer horizontalen Ebene liegen möge, etwa dass gerade der Südpol aufliegt. Blicken wir nun vom Mittelpunkt der Erde nach einem Punkt der Oberfläche, so wird der Strahl, welcher das Auge mit dem betreffenden Punkte verbindet, die ebene Unterlage irgendwo schneiden, wenn wir nicht gerade nach einem Äquatorpunkte sehen, und uns auf die südliche

Halbkugel beschränken. Alle die so erhaltenen Schnittpunkte liefern dann das Bild der Halbkugel in der Ebene. Auch diese Karte besitzt keine der drei Grundeigenschaften. Gleichwohl hat sie für den Seefahrer einen hohen Wert, weil die Bilder aller grössten Kugelkreise, also aller Kreise, deren Ebenen durch das Zentrum gehen, gerade Linien sind. Denn die Ebene, in welcher der Kreis liegt, kann die ebene Unterlage nur nach einer Geraden schneiden, und in dieser Geraden müssen auch alle Strahlen die Unterlage treffen, welche nach den Punkten dieses grössten Kreises gerichtet sind. Dass aber für den Seefahrer diese Eigenschaft von Wichtigkeit ist, begreifen wir deshalb, weil der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten auf der Erde gerade derjenige grösste Kreis ist, der durch die beiden Punkte hindurchgeht. Der nächste Weg zwischen zwei Punkten ist also dem Seefahrer auf einer solchen Karte immer durch eine gerade Linie angegeben, so dass er gleichsam nach dem Lineale fahren kann. Die hier geschilderte Art der Darstellung heisst gnomische Projektion, und zwar in diesem Fall Polarprojektion, weil die Bildebene im Pole berührt.

Aber auch die sogenannte Merkatorprojektion wird bei Seereisen vielfach benützt. Die Bilder dieser Projektion, welche von Gerhard Kaufmann erfunden wurde, entstehen in ganz anderer Weise. Man denke sich den Äquator in seiner richtigen Länge (natürlich in kleinem Massstab) in einer Ebene ausgestreckt, und etwa die 360 Grade einzeln aufgetragen. In jedem der 360 Punkte errichten wir dann eine Senkrechte, und diese Lote sollen die Bilder der 360 Erdmeridiane sein. Es handelt sich jetzt nur noch darum, die Parallelkreise darzustellen, dann ist das Netz auf der Erdoberfläche abgebildet in die Ebene. Und dies ist ja die Hauptsache; denn um alsdann einen beliebigen Punkt abzubilden, brauchen wir nur hier wie dort seinen Meridian und Parallelkreis zu zeichnen. Nun nehmen die Längen der Parallelkreise auf der Kugel vom Äquator gegen die Pole mehr und mehr ab, so dass beispielsweise der Parallel-

kreis der geographischen Breite 60° nur mehr die halbe Länge des Äquators hat.

Aber auf der Karte, wie wir sie eben zu grunde gelegt haben, werden ja alle Parallelkreise in gleicher Länge und zwar gerade so gross wie der Äquator abgebildet. Damit nun wieder das richtige Verhältniss zwischen Meridiangradlängen und Gradlängen dieses Parallelkreises, 60° , hergestellt wird, braucht man nur dort den Meridianbogen eines sehr kleinen Winkels α doppelt so gross zu machen als den Parallelkreisbogen dieses Winkels. Und so hat denn Merkator für diese Darstellung die Forderung aufgestellt: Die Längen der Meridiane nach den Polen hin sollen im nämlichen Verhältniss zunehmen, in welchem der Äquator zu den Parallelkreisen steht. *) Auf diese Weise entsteht das rechteckige Netz der Merkatorprojektion, in welchem die Parallelkreise um so weiter von einander abstehen, je näher sie am Nordpol liegen, der selbst überhaupt nicht mehr auf der Karte Platz findet, sondern gemäss der obigen Forderung ins Unendliche fallen muss. Die Merkatorprojektion ist winkeltreu, aber nicht flächentreu; am meisten verzerrt sind natürlich die Polarländer. Was diese Projektion aber dem Seefahrer wertvoll macht, ist folgende Eigenschaft. Zeichnen wir auf der Kugel eine schraubenförmige Linie (Loxodrome), welche alle Meridiane unter gleichem Winkel schneidet, so stellt sich diese auf der Karte als eine Gerade dar, so dass ein Schiff auf hoher See auf dieser Karte wiederum mittels Kompass, Lineal und Transporteur verhältnismässig leicht seinen Kurs feststellen, bzw. alle Meridiane unter immer gleichem Winkel kreuzen kann. Übrigens benützte man auch bisher diese Projektion gerne, um übersichtliche Darstellungen für Verbreitung von meteorologischen, physikalischen und andern naturwissen-

*) Die höhere Mathematik drückt dies durch die Proportion aus:

$$\frac{r \cdot d\varphi}{dx} = \frac{2\pi \cos \varphi}{2\pi} = \cos \varphi.$$

schaftlichen Erscheinungen zu geben. Doch wird ihr diese Aufgabe in neuester Zeit von der sogenannten Mollweide'schen Projektion (homalographische) abgenommen, welche wegen ihrer Flächentreue in der That auch hiezu sehr geeignet ist. Die Geometrie der letzteren zu schildern, würde hier zu weit führen. Dafür wollen wir eine sehr alte, aber immer noch sehr gebräuchliche hier eingehender betrachten, die stereographische Projektion.

Sie gehört ihrem Wesen nach derselben Gattung an, wie die gnomische, nämlich der Centralperspektive. Nur ist hier nicht wie dort das Auge im Mittelpunkt der Erde zu denken, sondern auf der Erdoberfläche, etwa im Nordpol, und ihm gegenüber am andern Endpunkt des Durchmessers, also hier am Südpol, die Ebene, welche die Erde berührt und auf der das Bild entstehen soll.

Man sieht leicht, dass alle Meridiane sich in diesem Falle als Gerade abbilden, welche alle durch den Südpol gehen, während die Parallelkreise konzentrische Kreise um diesen Pol werden. Würde man einen Punkt des Äquators als Augenpunkt gewählt und nun die Erde auf eine Ebene abgebildet haben, die im andern Endpunkt des nach dem Auge gerichteten Durchmessers die Erde berührt, so hätten sich die Meridiane sowohl als auch die Parallelkreise als Kreise abgebildet, die sich senkrecht schneiden, d. h. deren Tangenten in den wechselseitigen Schnittpunkten rechte Winkel mit einander bilden. Die so entstehenden Bilder nennt man Äquatorialprojektionen, im Gegensatz zur vorhin geschilderten Polarprojektion. Ist aber der Augenpunkt weder ein Pol noch ein Äquatorpunkt, so nennt man die nach gleicher Methode hergestellten Bilder Horizontalprojektionen, eine Bezeichnung, die freilich nicht gerade glücklich gewählt ist.

Die stereographische Projektion ist winkeltreu; leider hat sie den Fehler, dass gegen den Rand der Karte die Verzerrung immer grösser wird, so zwar, dass bei Abbildung einer Halbkugel z. B. die Zone des Randes vier-

mal vergrössert wird, wenn die kleine Zone um den Kartenmittelpunkt noch so ziemlich der Wirklichkeit entspricht. Gleichwohl ist sie für die Darstellung der Planigloben sehr gebräuchlich, einmal wegen ihrer Winkeltreue und dann auch wegen der leichten Ausführbarkeit der Konstruktion.

Zum Schlusse müssen wir noch einer Projektion Erwähnung thun, nicht so fast, weil sie besonders empfehlenswerte Eigenschaften besitzt, als vielmehr, weil sie sich so eingebürgert hat, dass fast in allen Atlanten Karten einzelner Länder nach ihr bearbeitet sind; es ist dies die sogenannte Bonné'sche Projektion, für welche etwa die Karte von Frankreich als Beispiel betrachtet werden möge. Der mittlere Meridian von Frankreich, 20° östl. von Ferro, ist in eine Gerade ausgestreckt; auf ihm sind entsprechend der wahren Länge auf der Erde die Breitengrade abgetragen, durch deren Teilpunkte die Parallelkreise als wirkliche Kreise gehen. Ihre Mittelpunkte liegen alle auf dem mittleren Meridian, und ihre Radien sind so gross, wie die Tangente an den mittleren Meridian vom Schnittpunkt mit dem betreffenden Parallelkreis bis zum Schnittpunkt mit der Erdachse. Auf diesen Parallelkreisbogen sind alsdann die einzelnen Grade ihrer wirklichen Länge entsprechend abgetragen und durch stetige Verbindungslinien gleicher Grade die Meridiane hergestellt. Wie man sieht, ist die Konstruktion dieses Netzes sehr einfach, auch besitzen diese Karten die Eigenschaft der Flächentreue; aus diesen Gründen wurde sie bisher in so ausgiebigem Masse zur Herstellung von Kartenbildern wenig ausgedehnter Länder verwendet.

Hiemit wollen wir die Untersuchung über Herstellung von Kartenbildern beschliessen. In den angeführten Beispielen finden wir alle Hauptmethoden vertreten: die Parallelperspektive in den Mondkarten, die Zentralperspektive in den gnomischen und stereographischen Karten, die Cylinderprojektion im Merkatorwurf und die Kegelprojektion in dem

Bonné'schen. Überdies gibt uns die Mollweide'sche Karte ein Beispiel, das sich nur auf Rechnung und in keiner Richtung auf Projektionen zurückführen lässt. Wenn wir nun aber auch so in die Grundzüge der Kartenlehre einen forschenden Blick geworfen haben, so können wir daraus noch lange nicht entnehmen, welche Summe von geistiger Arbeit, von ausdauerndem Fleisse und peinlicher Sorgfalt in einer guten Karte aufgespeichert liegt. Wer diese kennen lernen will, der möge erst die gründlichen Arbeiten derjenigen Forscher lesen, denen die Aufgabe zufiel, ein grösseres Stück der Erdoberfläche auszumessen, und dann in das Arbeitszimmer des zeichnenden Geographen blicken, der die Resultate der Vermessung in dieser meisterhaften Weise auf dem Papiere uns vor Augen führt, wie wir sie heute in so mannigfachen Karten bewundern können.

Zur Entdeckungsgeschichte Europas.

Der Name „Europa“ wird zurückgeführt auf das Wort Ereb, welches soviel bedeutet als „Dunkel“ oder „Westen“. Er ist unserem Weltteil wohl von demjenigen Kulturvolk des Altertums beigelegt worden, das nachweisbar zuerst in Verkehr mit seinen Bewohnern trat, von den Phöniziern. Bei ihnen sprach man also von Europa als dem Occident, wie wir noch heute die Länder des fernen Ostens schlechtweg als den Orient zu bezeichnen pflegen.

Die Phönizier sowohl, als die ihnen folgenden Entdecker europäischer Landstriche fanden dieselben überall besiedelt. Welchem Stamm aber die ältesten Bewohner Europas angehörten, oder wann dieser Weltteil zuerst von dem Menschen betreten wurde, lässt sich nicht bestimmen. Während die Geologie, unterstützt von ihren Hilfswissenschaften, mit Sicherheit auf die Wandlungen zurückgeschlossen hat, welche die Oberfläche Europas in vorhistorischer Zeit durchgemacht hat, geben die Spuren menschlichen

Daseins, wie sie sich in Höhlen, Gräbern oder an den Stätten einstiger Pfahlbauten vorgefunden haben, keinen sicheren Aufschluss über die Herkunft der Ureinwohner.

Die Sprachforschung hat nachgewiesen, dass die jetzigen Bewohner unseres Weltteils, vielleicht nur die Iberer, die ältesten historisch beglaubigten Bewohner Spaniens, ausgenommen, sämtlich aus Asien eingewandert sind. Sie kamen teils zur See von Kleinasien aus an die südeuropäischen Küsten, wie die Griechen und Italer, teils wanderten sie auf der grossen Völkerstrasse ein, die von Asien zwischen Ural und Kaukasus hindurch nach Westen führt, wie die Germanen und Slaven, oder sie stiegen den Ural herab und setzten sich im Nordosten Europas fest, wie die finnischen Stämme.

Die allmähliche Erschliessung der einzelnen Länder und damit der Eintritt ihrer Bewohner in die Geschichte der Menschheit geht wie überall Hand in Hand mit dem Verkehr, in welchen die noch rohen Stämme mit Kulturvölkern getreten sind; sei es nun, dass es Handelsinteressen waren, welche diesen Verkehr herbeiführten, oder dass durch Eroberungszüge dauernde Verbindungen geschaffen wurden, oder dass die Pflicht der Bekenner des christlichen Glaubens, ihre Lehre in aller Welt zu verbreiten, einen Stamm nach dem andern aus seiner starren Abgeschlossenheit in den Kreis der menschlichen Gesittung und Gesellschaft zog. Reisende, welche lediglich zum Zwecke wissenschaftlicher Forschung bisher unbekannte Räume aufgesucht hätten, gab es in jenen Zeiten, als unser Erdteil erschlossen wurde, noch lange nicht, und Forscher wie Pytheas von Massilia, Herodot und der ältere Plinius folgten nur dem Kaufmann oder dem Eroberer nach, um bereits bekannte Gegenden nach irgend einer Richtung näher zu beschreiben. So ist also die Geschichte der Entdeckung eines Weltteils zugleich immer ein Teil seiner Handels-, Kriegs- und Missionsgeschichte.

Dem Handelsverkehr verdanken wir die ersten Nach-

richten über den europäischen Kontinent. Von ihrer der Längachse des Mittelmeeres zugewendeten Küste aus bedeckten die Phönizier zuerst die Inseln des ägäischen Meeres mit ihren Handelsstationen und drangen dann in die Buchten des griechischen Festlandes ein. Sie waren die Entdecker Siziliens, wo sie eine Reihe phönizischer Städte gründeten. Von ihren afrikanischen Niederlassungen aus betraten sie die spanischen Gestadeländer und bewiesen auch hier ihr Kolonisationstalent. Noch heute tragen spanische Ortschaften, z. B. Malaga, ihre altphönizischen Namen. Sie allein wagten es, durch die Meerenge von Gibraltar in atlantische Gewässer vorzudringen. Von der spanischen Westküste aus entdeckten sie das an Silber damals überreiche Land Tartessus (Tarsis), die Landschaft am Guadalquivir, und setzten sich dort fest. Von hier aus fanden sie auf ihren kühnen Fahrten die Kassiteriden (Zinninseln, jetzt Scillyinseln), wo sie das Zinn zur Herstellung ihrer heimischen Broncefabrikate gegen Kupfergefäße, Salz und Töpferwaren austauschten. An der französisch-niederländischen Küste legten sie an, um Bernstein einzuhandeln, der damals auch bei den friesischen Inseln in Masse gefunden wurde.

Bald wurden die Griechen gefährliche Nebenbuhler der Phönizier in den mediterraneischen und pontischen Gewässern. Der sagenhaft ausgeschmückte Argonautenzug galt dem goldreichen Kolchis. An den pontischen Küsten, wie an den Rändern der dorthin führenden Wasserstrassen erblühten griechische Kolonien, während die untere Donau und der europäische Osten überhaupt durch den Feldzug des Darius gegen die Skythen (515 v. Chr.), wenn auch zunächst nur oberflächlich, bekannt wurde. Süditalien, Sizilien, die jetzige südfranzösische Küste waren bedeckt mit griechischen Handelsplätzen. Von Massilia (Marseille) aus standen griechische Händler in direkten Verbindungen mit Inner- und Nordeuropa.

Während so der Süd- und Westrand unseres Weltteils durch friedlichen Handelsverkehr erschlossen wurde,

war das römische Volk dazu bestimmt, durch siegreiches Vordringen nach Norden und Westen auch das Innere Europas zugänglich und dadurch bekannt zu machen. Wie die Handelsstationen der Phönizier und Griechen den Grund legten zu einem ununterbrochenen Verkehr mit den umliegenden Stämmen, so führten die Militärkolonien der Römer, sowie die sie verbindenden vorzüglichen Strassenbauten zu eingehender Kenntniss von Land und Volk in den eroberten Ländern. Die Erweiterung des geographischen und ethnographischen Wissens, welche dadurch gewonnen wurde, ist theils durch Julius Cäsar, den grössten der römischen Feldherren, in seiner Geschichte des gallischen Krieges, theils durch die Werke der berühmten Geschichtschreiber Livius und Tacitus zum Gemeingut der Mit- und Nachwelt gemacht worden.

Zuerst wurde das Innere Spaniens durch die kriegerischen Erfolge der Römer erschlossen. Die Kämpfe mit Hannibal und später mit den Kimbern und Teutonen führten zu einer näheren Bekanntschaft mit den Alpen und zur Besetzung Pannoniens, des heutigen Ungarn. In den Jahren 58–51 führte Julius Cäsar seine Legionen siegreich durch die Schweiz, durch das mittlere und nördliche Gallien, machte seine Landsleute mit dem Rheinstrom bekannt und trug die römischen Adler bis an die Themse. Während der Regierungszeit des Augustus wurde fast ganz Deutschland wiederholt siegreich durchzogen. Im Jahr 15 v. Chr. überschritt Drusus mit einem Heer den Brennerpass, diese für die deutsche Geschichte späterhin so bedeutsame Verbindungsstrasse zwischen Deutschland und Italien, und marschierte an die östliche Donau. Sein Bruder Tiberius dagegen drang von Gallien aus an den Bodensee und die Donauquellen vor. Zahlreiche Städtegründungen in den neu-geschaffenen Provinzen Vindelicien, Rhätien und Noricum (darunter Augsburg, Salzburg, Wien) waren die Folge dieser Eroberungen. Und wenn auch die späteren Eroberungszüge des Tiberius und Drusus nach Niederdeutschland, an die

Ufer der Ems und Weser und an die Elbe (12—5 v. Chr.) nicht zu dauernden Erfolgen führten, und Rhein und Donau mit dem Grenzwall von Regensburg bis Köln das römische Reich gegen Norden abschlossen, so trug doch der friedliche Handelsverkehr mit den Bewohnern der deutschen Niederungen zu einem näheren Bekanntwerden mit diesen Ländern bei. Namentlich war es auch hier der Bernsteinhandel, der zu dauernden und lebhaften Verbindungen zwischen der Ostseeküste und den römischen Provinzen Anlass gab.

Von der Mitte des 5. Jahrhunderts an begann Irland hervorzutreten und erhielt bald infolge des Eifers seiner Mönche für die Ausbreitung des Christentums, den Namen „*insula sanctorum*“. Irische und englische Mönche waren es auch, welche durch ihre Missionsreisen Nord- und Mitteleuropa völlig aufschlossen. Von der Schweiz bis zur jütischen Halbinsel und bis Upsála in Schweden kann kein Land genannt werden, das nicht von christlichen Sendboten aus Irland oder dem englischen Eboracum (York) durchzogen worden wäre. (Vom 7. bis zur ersten Hälfte des 9. Jahrhunderts.)

Später erst erfolgte die Christianisierung und damit die Aufhellung des europäischen Ostens. Nachdem um 880 von Konstantinopel aus die christliche Lehre in Russland verbreitet worden war und die griechischen Mönche Cyrillus und Methodius in Böhmen und Mähren mit Erfolg gewirkt hatten, gelang es erst der Thätigkeit der Deutschritter, von Thorn aus kämpfend und predigend in den noch dunkeln Nordosten vorzudringen und die Küstenländer der Ostsee vollends zu christianisieren. (1226—1283.)

Kühne normännische Seefahrer hatten schon in der zweiten Hälfte des 8. Jahrhunderts die Faröer und Island entdeckt, 870 das Nordkap umsegelt und waren an der Mündung der Dwina erschienen.

Die Beschreibung Skandinaviens durch den Erzbischof Olaus Magnus von Upsála (1539) und die des moskowiti-

schen Reiches durch Heberstein (1549) trugen wesentlich zur Erweiterung der geographischen Kenntnisse bei, und russische Mönche waren es, welche auch noch die nordöstlichste Ecke Europas, das Land der Samojeden, erschlossen.

Wenn nun auch unser Weltteil bis zum Ende des 16. Jahrhunderts in seiner ganzen Ausdehnung bekannt war, so fehlte doch noch viel zu einer richtigen kartographischen Darstellung desselben. Erst im 17. Jahrhundert lernte man, Punkte der Erdoberfläche nach ihrer geographischen Länge und Breite genau aufzunehmen, und erst im Verlauf des 18. Jahrhunderts erschienen die ersten korrekten Kartenbilder von Europa.

Europäische Verkehrsstrassen im Mittelalter.

a) In der ersten Hälfte des Mittelalters.

Dass die beiden Wissenschaften der Geschichte und der Erdkunde im engsten Zusammenhang zu einander stehen, ist eine allgemein anerkannte Wahrheit. Derjenige Teil der Geschichte der Menschheit aber, der den grössten Einfluss ausgeübt hat auf die Erforschung der Erdoberfläche sowohl, wie auf die räumliche Ausbreitung unseres Geschlechtes auf derselben, ist die Geschichte des Handelsverkehrs.

Erst in der neuesten Zeit werden Forschungsreisen unternommen, die lediglich wissenschaftlichen Zwecken dienen. Alle grossen Entdeckungen aber, durch welche das geographische Wissen eine Erweiterung erfuhr, sind den Handelsinteressen und dem durch sie hervorgerufenen Völkerverkehr zu danken. Der Handel schuf die belebtesten Verkehrsstrassen des Altertums. Kaufleute waren es, die zur Zeit der Mongolenherrschaft die ersten Nachrichten über das Innere Asiens brachten. Handelszwecken dienten die Bemühungen der Portugiesen, den Weg um Afrika nach

Indien zu finden. Kolumbus suchte für Spanien den westlichen Seeweg nach diesem Land. Ja sogar die ersten Expeditionen der Engländer in die arktischen Regionen im Norden Europas und Amerikas wollten nichts anderes, als eine nördliche Durchfahrt nach Asien finden, wie Magelhaens eine südliche um das Cap Horn gefunden hatte. Und auch die neuesten Forschungen an den Küsten im Innern Afrikas verfolgen neben den wissenschaftlichen Zwecken die ausgesprochene Absicht, dem Handel neue Absatzgebiete zu erschliessen und neue Verbindungen zu eröffnen.

Weniger bekannt aber, als alle diese, entfernten Erdräumen angehörigen Verkehrswege sind diejenigen, welche in unserm Weltteil und speziell in unserm Vaterland in früheren Jahrhunderten die einzelnen Stämme in Beziehungen zu einander brachten. Und doch steht die geschichtliche Bedeutung unserer Flüsse, Blüte und Verfall einer Reihe von Städten damit im engsten Zusammenhang.

Wenn es sich nun vor dem Zeitalter der grossen Entdeckungen am Ende des 15. Jahrhunderts um das Aufsuchen der Weltverkehrsstrassen handelt, so müssen diese immer in Beziehung gesetzt werden zu den reichen Produkten Indiens und seiner Inselwelt, sowie mit der Industrie der vorderasiatischen Völker.

Der bequemste Weg führte nun zwar von Südasien durch das rote Meer über Alexandria an die südeuropäischen Küsten. Es gab aber Zeiten, in welchen dieser natürlichste Weg für den indoeuropäischen Handel gestört, ja geradezu gesperrt war, und eben in den ersten Jahrhunderten des Mittelalters waren die sonst von unzähligen Kauffahrern belebten Häfen der europäischen Mittelmeerküste vereinsamt und die von dort in das Innere unseres Weltteils führenden Strassen verödet.

Zuerst war es die Völkerwanderung, deren Folgen den Handelsverkehr dort lähmten. Sie brachte zwar Stämme mit ungebrochener Kraft und jugendlicher Frische in die

Provinzen des von ihnen zertrümmerten, morschen Römerreiches, nach Italien, Gallien und Spanien. Aber während gerade die entarteten Zeiten des Römertums einen unglaublichen Bedarf an Genuss- und Luxuswaren aufwiesen, hatten diese von der Kultur noch wenig beleckten Stämme nur geringe Bedürfnisse, und wie die Gelehrsamkeit des Altertums nur noch im Osten eine Pflegestätte fand, so zog sich der grossartige Handelsverkehr von den südeuropäischen Küsten immer mehr in die südöstlichste Ecke, wo Byzanz, die Metropole des oströmischen Reiches, das die Stürme der Völkerwanderung überdauert hatte, seinen Hafen den von Asien kommenden Schiffen eröffnete.

Zwar lernten die eingewanderten Stämme von den Resten der früheren Bevölkerung bald die Bedürfnisse einer verfeinerten Kultur kennen und schätzen; aber kaum hatte der Verkehr mit Italien und den übrigen Häfen des Mittelmeeres sich wieder zu heben angefangen, als die Folgen eines anderen historischen Ereignisses die Küsten des mittelländischen Meeres von neuem erzittern machten.

Mohammed, der Stifter des Islâm, hatte seiner Nation nicht bloss eine gereinigte Religion gegeben, sondern er hatte es auch verstanden, alle Bekenner derselben, die bisher in eine Menge sich gegenseitig befehdender Stämme geteilt waren, zu einer grossen Nation zusammenzufassen und sie für die hohe Mission zu begeistern, dem Islâm die Welt zu erobern.

Hundert Jahre nach seinem Auftreten setzten die Araber bereits Morgen- und Abendland in Schrecken; für den Völkernelverkehr aber war ihr Auftreten im Osten und Westen ihrer Heimat von merkwürdig verschiedener Wirkung. In den asiatischen Gewässern und in den Ländern Vorderasiens bethätigten sie ihren schon im Altertum bewährten kaufmännischen Sinn. Bassora am Euphrat, Bagdad am Tigris, Aden, Dschidda und Mekka in Arabien, Damaskus in Syrien gediehen unter ihrer Herrschaft zu hoher Blüte. In den mittelländischen Gewässern dagegen

zeigte sich nur die zerstörende Wildheit ihres religiösen Fanatismus. Als sie erst Herren von Nordafrika, Spanien und den Inseln des Mittelmeeres geworden waren, durchkreuzten arabische Seeräuber dessen Gewässer in solcher Zahl, dass aller Handelsverkehr dort erstarb. Von der levantischen bis zur spanischen Küste war kaum ein Kaufahrer mehr zu treffen.

Wenn aber dem Handel der Weg verlegt wird, sucht er sich andere Strassen, um seine gewohnten Absatzgebiete zu erreichen. War der Seeweg gesperrt, so mussten die beschwerlicheren Überlandwege aufgesucht werden, und für Europa wurde so Byzanz die Eingangspforte für den Levantehandel.

Dort trafen sich nun die Händler der verschiedensten Nationen und Bekenntnisse. Die Fremden hatten ihre besonderen Quartiere in der Stadt und zahlten ihre Zölle, und der Kaiser konnte sich dieser Wandlung freuen. „Die Stadt zahlt ihrem Herrn täglich 20000 Goldstücke, die von den Kaufläden, Buden und Märkten, von persischen und ägyptischen, russischen und ungarischen, italienischen und spanischen Kaufleuten erhoben werden, welche zu Wasser und zu Land mit der Hauptstadt Verkehr haben.“ So lesen wir noch in dem Reisebericht des spanischen Juden Benjamin von Tudela, als auch Alexandria sich schon wieder von seiner Erstarrung erholt hatte.

Von den Wegen nun, welche strahlenförmig aus der südöstlichen Ecke von Europa den Warenstrom in diesen Weltteil leiteten, verband der östlichste Konstantinopel mit der Ostsee.

Es ist natürlich, dass auf diesen Überlandwegen die Wasserstrassen der Flüsse möglichst benützt wurden. Man brachte die Waren entweder an das kaspische Meer und folgte dem Lauf der Wolga (Karte!) oder man führte sie quer über das schwarze Meer und machte den Dnjepr zum Lastträger. In beiden Fällen ging der Verkehr durch

das heutige Russland über Naugard (Nowgorod) an die Ostsee. Die Hauptmärkte befanden sich in Kiew und Naugard.

Man sollte nun glauben, diese östlichste Handelsstrasse müsste als die entlegenste verhältnismässig am wenigsten begangen worden sein und müsste in ihrer Frequenz vor allem hinter der Wasserstrasse, die von Konstantinopel die Donau aufwärts in das Herz von Europa führte und sich dort verzweigte, um ein Bedeutendes zurückgestanden sein. Und doch ist dem nicht so. Es lässt sich vielmehr nachweisen, dass diese östlichste Strasse vom 7. bis 11. Jahrhundert die belebteste gewesen ist.

Zwei Ursachen sind es, die diese merkwürdige Erscheinung erklären; einerseits die lohnenden Handelsartikel, die dort gefunden wurden, und andererseits die misslichen politischen Verhältnisse, die damals an der mittleren Donau herrschten.

Was zunächst die Handelsartikel betrifft, die man bei den im nordöstlichen Europa wohnenden Stämmen holte, so war neben dem Gold, das aus dem Uralgebirg gewonnen wurde, hauptsächlich der Bernstein der Ostsee stark begehrt. Die Küstenbewohner, die ihn am Ufer fanden, brachten ihn in ganz rohem Zustand in den Handel und staunten über die Preise, die sie dafür bezahlt erhielten. Er wurde nach Konstantinopel und von da über Trapezunt entweder durch den persischen Golf oder ganz zu Land bis nach Indien gebracht, wo er, zu Schmuckgegenständen verarbeitet, starken und lohnenden Absatz fand. Ferner war es das Pelzwerk, das auf diesem Wege den griechischen und orientalischen Fürsten und Vornehmen zur Ausschmückung ihrer Prachtgewänder zugeführt wurde. Zu diesen beiden Ausfuhrartikeln gesellte sich noch das Wachs, das in ungeheuren Quantitäten aus der Heimat der slavischen Stämme, die durchweg eifrige Bienenzüchter waren, nach dem Süden verhandelt wurde, während auch hier, wie bei den meisten Völkern in jenen Zeiten, noch die lebende

Ware eine traurige Rolle spielte, die Kriegsgefangenen nämlich, die als Sklaven in fremde Länder verkauft wurden.

Historische Nachrichten über den Verkehr auf dieser östlichsten europäischen Handelsstrasse sind aus früheren Jahrhunderten verschwindend wenige vorhanden. Um so bemerkenswerter ist die Art und Weise, wie die Geschichtsforschung unserer Zeit von dem Verlauf des oben beschriebenen Handelsverkehrs Kenntniss gewonnen hat.

Die nordischen Völker standen damals noch auf einer so tiefen Stufe der Bildung, dass ihre Bedürfnisse sehr gering waren. Der Handel vollzog sich bei ihnen deshalb auch nicht durch Warenaustausch, sondern die von Süden kommenden Händler mussten bar bezahlen. Dadurch wird es erklärlich, wie dort ein solcher Reichtum von arabischen und griechischen Münzen sich sammeln konnte, dass durch eine Reihe von glücklichen Funden ein nahezu vollständiges Bild des Völkerverkehrs im nordöstlichen Europa geschaffen werden konnte. Die Auffindung dieser vergrabenen Schätze, die von ihren Besitzern entweder bei feindlichen Überfällen oder beim Antritt einer langen Reise dem Boden anvertraut und aus irgend welchen Ursachen nicht wieder gehoben wurden, hat aber eine doppelte Bedeutung. Sie gibt nicht bloss Zeugnis dafür, dass dort in früheren Jahrhunderten Verkehr mit asiatischen Kaufleuten bestand, sondern die aufgefundenen Münzen sind zugleich vom höchsten Wert für die genauere Bestimmung der Zeit, in welcher dieser Verkehr blühte. Denn da jeder neue arabische Herrscher seine eigenen Münzen prägen liess und die seines Vorgängers ausser Kurs setzte, so weist die Aufschrift jener Geldstücke auch immer auf die Zeit hin, in welcher mit ihnen gehandelt wurde.

Während nun einerseits die Waren, welche der Nordosten Europas bot, vom Süden lebhaft begehrt waren und schon darin ein Hauptgrund für die stete Frequenz dieses Weges zu finden ist, trugen andererseits die politischen Verhältnisse jener Zeiten an der mittleren Donau dazu bei,

diese natürlichste Wasserstrasse von Konstantinopel in die mittel- und westeuropäischen Länder zeitweise ganz zu sperren und so auch den Westen Europas auf die durch das heutige Russland führende Strasse hinzuweisen.

Denn zuerst hinderten die kulturfeindlichen A v a r e n bis zu den Zeiten Karls des Grossen den Handel auf der Donau, und als dieselben nach heissem Kampf endlich unterjocht waren, traten bald die Ungarn an ihre Stelle und machten die Gegenden an der mittleren Donau unsicher. So lange deren wilde Reiterscharen dort hausten und ihre Raubzüge in deutsches Gebiet unternahmen, war an einen gedeihlichen Völkerverkehr auf dem genannten Fluss nicht zu denken. Erst der entscheidende Sieg Otto's I. auf dem Lechfeld (955 n. Chr.) brachte auch diese magyarischen Stämme dazu, feste Wohnsitze zu suchen und in den friedlichen Verkehr einzutreten.

So oft nun aber durch die eben angedeuteten politischen Verhältnisse die Donau gesperrt war, blieb für den östlichen Warenstrom kein anderer Weg in das Innere Europas, als in einem grossen Bogen zuerst auf jener östlichen Verkehrsstrasse und dann durch nördlicher gelegene Länder die Märkte des mittleren und westlichen Europas aufzusuchen. Dadurch wird es erklärlich, warum die Städte der nördlichen und östlichen Provinzen unsres Vaterlandes viel früher zu hervorragender Blüte gediehen sind, als die viel günstiger gelegenen Uferorte der Donau, warum lange Zeit Breslau der Hauptstapelplatz des binneneuropäischen Handels werden musste.

Konnte der Verkehr auf der Donau aber ungestört gepflegt werden, dann sind hauptsächlich zwei Städte zu nennen, mit deren Namen die Geschichte dieser Handelsstrasse eng verknüpft ist, Lorch im heutigen Oberösterreich und Regensburg.

Karl der Grosse, dessen Scharfblick nichts entging, was dazu dienen konnte, die Kultur und den Wohlstand seines Reiches zu heben, griff auch hier ordnend ein. Er

schrieb in seinen Kapitularien den Kaufleuten vor, welche Strassen sie zu wählen hätten, nicht etwa, um den Handel in Grenzen zu bannen, die vom Staat gezogen waren, sondern um ihm die grösstmögliche Sicherheit zu bieten. Auf diesen von ihm bezeichneten Strassen waren nämlich die Gaugrafen verpflichtet, für die Sicherheit des Verkehrs einzustehen. Diesen Anordnungen des grossen Karl ist es zu danken, dass in jenen Zeiten die wertvollsten Frachten ohne Gefahr dem Ziel ihrer Bestimmung zugeführt werden konnten, auf denselben Strassen, auf welchen man Jahrhunderte später jeden Augenblick gewärtig sein musste, von beutegierigen Stegreifrittern überfallen und beraubt zu werden.

Aus jenen Kapitularien Karls des Grossen, die sich auf die Handelsstrassen bezogen, ist ersichtlich, dass eine Hauptader vom Donauthal in das Elbe- und Wesergebiet auslief. Ein anderer Arm erstreckte sich über Augsburg und Ulm, den Main und Neckar abwärts, nach Frankfurt und an den Rhein, eine andere Strasse zweigte nach Genf ab, während die westlichste nach St. Denys und Troyes mündete, wo auf den altberühmten Messen die Schätze des Orients ausboten wurden.

Die Waren, mit welchen man donauabwärts nach Konstantinopel handelte, waren ausser Metallen: Holzwaren, Waffen, Häute, Sattlerarbeit, Leinwand, Wollenzeuge, Regensburger Scharlach, dunkelrote Passauer Tücher und — Sklaven. Was dagegen von der Donau oder über die Ostseeländer in das nordwestliche Europa gebracht wurde, das pflegte dort gegen die Erzeugnisse der Wollenwebereien und Lederfabriken ausgetauscht zu werden, die noch aus der Römerzeit herrührten und ununterbrochen in das Mittelalter herein thätig waren.

Ursprünglich war wohl Trier der Stapelplatz dieses Handels, wo sechs Strassen von Köln, Rheims, Metz, Mainz, Strassburg und das Moselthal aufwärts zusammenliefen. Das Absatzgebiet der ins Grossartige gehenden Tuchfabri-

kation am Niederrhein war jedoch in der ersten Hälfte des Mittelalters nur nach dem Innern Europas gerichtet. Denn je mehr man den Nordseeküsten, dem Kanal und der atlantischen Küste sich näherte, desto einsamer wurden die Strassen, desto unsicherer der Verkehr.

Die gesamten Küstenländer von der Mündung der Elbe bis an die Garonne litten unter den Einfällen skandinavischer Seeräuber, die, zuerst unter dem Namen Wikinger gefürchtet, später als Normannen bezeichnet mit ihren raschen, kleinen Schiffen vom Ozean her in die Flussmündungen einliefen, stromaufwärts tief in das Land eindringen und nicht nur die Städte und Ortschaften an den Ufern, sondern die Länder meilenweit nach rechts und links brandschatzten und verwüsteten. Es ist bekannt, wie ohnmächtig die damaligen Herrscher diesen kühnen Räubern gegenüber waren und welche Summen z. B. Karl der Kahle, Karl der Dicke und Karlmann, welche Kontributionen einzelne Städte zahlen mussten, um die ungebetenen Gäste los zu werden.

Ein französischer Chronist schildert den Zustand seines Vaterlandes in jenen Zeiten folgendermassen: „Büsche wuchsen auf den Mauern zerstörter Kirchen, Klöster und Städte. Ein Teil der Bewohner des Landes war gen Osten gewandert, um sich in entfernteren Gegenden niederzulassen. An der Meeresküste war alles öde, weil die Bewohner sich in die befestigten Städte geworfen hatten; das übrige Land hatte kaum ein menschliches Wesen aufzuweisen. Im Norden wie im Süden, ja sogar im Mittelpunkt des Landes, überall derselbe Anblick. Die Erde gab den Grossen keine Einkünfte mehr, Weinberge und Gärten waren zerstört, die Arbeiter vertrieben. Weder Kaufleute noch Pilgrime traf man mehr auf den Landstrassen, das Schweigen des Todes herrschte auf den Feldern, Dornen und Disteln bedeckten allen fruchtbaren Boden.“

b) In der zweiten Hälfte des Mittelalters.

Im Verlauf der ersten Jahrhunderte des Mittelalters

waren die beiden, im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Störungen des Verkehrs auf den mediterraneischen Gewässern allmählich verschwunden. Die Herrschaft des Islâm an den Gestaden des Mittelmeeres hatte feste Grenzen gewonnen, und die fanatischen Eroberungszüge seiner Bekenner hatten damit ihre Endschaft erreicht. In dem Masse als die neuen Beherrscher Ägyptens die Bedeutung des Zwischenhandels mit den Erzeugnissen des Ostens für ihre Finanzwirtschaft erkannten, kehrte auch die Sicherheit des Seeverkehrs zunächst im östlichen Becken des Mittelmeeres zurück. Nur von der klippen- und inselreichen dalmatinischen Küste aus bedrohten noch Seeräuber die friedlichen Kauffahrer, von denselben Schlupfwinkeln aus, die schon im Altertum die Hauptniederlassungen der Piraten gewesen waren.

Mit der zurückkehrenden Sicherheit der Schifffahrt aber ging Hand in Hand die wachsende Nachfrage der Eroberer der südeuropäischen Küsten nach den vom Orient kommenden Frachten. Auch bei ihnen steigerte, wie überall, die zunehmende Kultur die Bedürfnisse des täglichen Lebens. Und war Rom zur Kaiserzeit der Platz gewesen, an welchem alles, was zur Befriedigung der Genusssucht und Eitelkeit diente, reissenden Absatz fand, so hatte nun die ewige Stadt eine Bedeutung gewonnen, die den Verbrauch orientalischer Erzeugnisse nicht minder begünstigte, wenn auch die Zwecke, denen derselbe diente, ganz entgegengesetzte waren.

Das heidnische Rom war zum Hauptsitz des Christentums geworden. Die mit der Entwicklung des Papsttums immer höher steigende Pracht des römischen Kultus hatte einen stets wachsenden Bedarf an glänzenden Stoffen, feinen Wohlgerüchen und anderen Gegenständen im gefolge, mit welchen die Kirche bei ihren Gottesdiensten auch auf die Sinne Eindruck zu machen wusste.

Nicht bloss byzantinische Purpurstoffe, griechische Zeuge und Messgewänder schmückten den Kultus aus; auch arabische und persische Webereien und Stickereien erhöhten

den Glanz christlicher Amtshandlungen, nicht zu vergessen der Perlen und Edelsteine, mit welchen kirchliche Geräte, Kreuze und andere Heiligtümer geziert waren, sowie der Massen von Weihrauch, die in den Gotteshäusern verbrannt wurden.

Rom war aber darin ein Vorbild des ganzen Abendlandes, und nicht selten wurden die Bedürfnisse für den Kultus am Sitz des Oberhauptes der Kirche selbst geholt. Gar viele Bischöfe und Äbte aus aller möglichen Herren Ländern brachten von ihren Wallfahrten oder Amtsreisen das Material zur Ausschmückung ihrer Kirchen von Rom mit.

Die Bürger Roms aber zeichneten sich nie durch Handelsgeist aus. Es waren andere italienische Städte, deren erprobte Seefahrer und unternehmende Kaufleute den für sie günstigen Umschwung der Verhältnisse auszunützen verstanden. Die ersten Städte, die mit den Arabern friedlichen Handelsverkehr anzuknüpfen wussten, waren Amalfi, dessen Hafen im Golf von Salerno gelegen war, und Venedig, die Beherrscherin der Adria. Die Päpste freilich sahen diese Verbindung nicht gerne; denn der einzige Handelsartikel, den die Araber von den italischen Händlern stark begehrten, waren Sklaven, die denn auch Jahrzehnte lang von amalfitischen und venetianischen Kauffahrern massenweis auf die ägyptischen Märkte gebracht wurden. Dieser schändliche Menschenhandel war das einzige Mittel, um dauernde Handelsverbindungen mit Syrien und Ägypten zu unterhalten, und konnte deshalb durch die strengsten Verbote der Päpste nie ganz unterdrückt werden. Erst als im 11. Jahrhundert die Herrschaft über das Mittelmeer den Arabern wieder ganz entrissen wurde und die europäischen Kaufleute nicht mehr von deren gutem Willen abhingen, konnte dem Sklavenhandel der Lebensfaden abgeschnitten werden.

Kurz war die Blüte Amalfis. Mit der Eroberung Unteritaliens durch die Normannen unter Robert Guiskard ging die Bedeutung dieser Stadt rasch zurück. Denn ihr neuer

Herr war der erbittertste Feind des oströmischen Reiches, und von Konstantinopel aus waren bisher die Unternehmungen der Amalfiten am kräftigsten unterstützt worden. Um so mehr hob sich Venedig. Seine fast insulare Lage begünstigte auch die eigenartige Gestaltung seines politischen Lebens. Anfangs noch in loser Abhängigkeit vom griechischen Reich, wussten die venetianischen Dogen in dem Krieg, den die Normannen gegen Alexius I. führten (1081—1085), durch thatkräftige Hilfe von diesem so viele Vergünstigungen zu erlangen, dass im Handelsverkehr mit allen griechischen Häfen niemand mehr mit ihnen wetteifern konnte. Seit jenem Krieg durften die venetianischen Schiffe in allen zum griechischen Reich gehörigen Häfen zoll- und steuerfrei ein- und auslaufen.

Venedig hatte aber auch für den Vertrieb der levantischen Waren nach dem Innern Europas die denkbar günstigste Lage. Am Nordende des adriatischen Meeres gelegen, bot es den von der levantischen Küste kommenden Schiffen vor allem den Vorteil, auf dem kürzesten Weg tiefer gegen den europäischen Kontinent vorzudringen, als dies auf der westlichen Seite der italischen Halbinsel möglich war. Eine kurze Strecke südlich von Venedig trugen die Wasser des Po die Schiffe der Republik tief in das Innere der lombardischen Ebene hinein. Auf diesem Weg erreichten sie Pavia, wo der Hauptverkehr mit den deutschen Händlern stattfand, und von wo aus über die Alpenpässe des grossen Bernhard und Splügen der Weg nach Frankreich, der Schweiz und Deutschland offen stand.

Die Venetianer brachten nach dem Orient Wollstoffe, Bauholz, Waffen und Sklaven und holten von dort Prachtgewänder, Hermelinpelze aus Konstantinopel, Purpurstoffe aus Syrien, nicht zu gedenken der Massen von Spezereien aller Art, welche in den letzten Jahrhunderten des Mittelalters für die deutschen Städte fast nur über Venedig bezogen wurden.

Genua und Pisa, später die gefährlichsten Neben-

buhler des venetianischen Handels, hatten im 10. und 11. Jahrhundert die schwere Aufgabe, die Freiheit der Schifffahrt den arabischen Seeräubern, welche die Westhälfte des Mittelmeeres noch lange beunruhigten, abzutrotzen. Erst als dies nach harten Kämpfen erreicht war und die Normannen die Araber auch aus Sizilien vertrieben hatten,*) begann die Blütezeit auch dieser italienischen Städterepubliken. Von besonderer Wichtigkeit für sie war die Erschliessung Siziliens für den friedlichen Handelsverkehr. Denn dorthin hatten die Araber Produkte verpflanzt, die vorher nur in Ägypten, Arabien und Syrien zu finden waren. Dort baute man jetzt Zucker und Baumwolle; dort gedieh nun die Dattelpalme, und auch die Pflege der Seidenraupe hatten die vertriebenen Söhne der Wüste eingebürgert.

Die höchste Blüte aber erreichten die italienischen Städterepubliken im Zeitalter der Kreuzzüge. Die Landheere der Kreuzfahrer wären am Ziel ihrer Bestimmung verschmachtet, wenn nicht Venedig, Genua und Pisa sie dort mit der nötigen Zufuhr versehen hätten. Und als die Kreuzheere später den Seeweg nach Palästina wählten, besorgten die Flotten dieser Städte die Überfahrt. Ja, sie halfen sogar durch Blokade von der Seeseite her die Küstenstädte der Levante erobern, und ihre Söldner nahmen nicht selten auch an den Kämpfen im Innern des Landes ruhmreichen Anteil.

Als gute Kaufleute aber wussten die Italiener sich für ihre Hilfe ausgiebig bezahlt zu machen. Sie gründeten Kolonien auf dem Grund und Boden, der ihnen von den christlichen Beherrschern der eroberten Länder schenkweise überlassen wurde. Ein Drittel der mit ihrer Hilfe eroberten Städte war ihr Eigentum, und im Königreich Jerusalem zahlten sie keinerlei Zölle und Abgaben. Ausser den drei genannten italienischen Städten hatte noch das südfranzösische Marseille Anteil an diesen Vergünstigungen.

*) Roger, der Bruder Robert Guiskards, vertrieb die Sarazenen nach einer Reihe von Siegen (1060—1090) aus Sizilien.

Es ist einleuchtend, dass mit der Neubelebung des Handelsverkehrs an der italienischen und südfranzösischen Küste die Bedeutung Konstantinopels als Stapelplatz für den asiatisch-europäischen Warenaustausch zurückgehen musste, und damit vereinsamen auch die Strassen, welche in der ersten Hälfte des Mittelalters von dort durch Europa führten, und die Städte an der unteren Donau und weiter nach dem Nordosten hatten den Höhepunkt ihrer Blüte überschritten. Lagen doch die Länder der Mitte und des Westens unsres Weltteils den Häfen der Mittelmeerküste viel näher, und auch die Alpenkette legte vermöge ihrer gangbaren Pässe dem Verkehr keine nennenswerten Hindernisse in den Weg.

Von Venedig aus zog man auf der alten Römerstrasse über Botzen, den Brennerpass und Innsbruck nach Füssen, wo die Strassen nach Augsburg und Nürnberg einerseits und nach Kempten und Ulm andererseits abzweigten. Rasch entwickelten sich diese Städte zu hoher Handelsblüte. Von Nürnberg teilte sich der Warenstrom nach Erfurt, Braunschweig, Magdeburg, Lübeck, Hamburg und Bremen.

Eine andere Strasse führte über den Gotthard durch die Schweiz nach Basel und Strassburg, den Rhein entlang nach Köln, Brügge und Antwerpen. Von den südfranzösischen Häfen, besonders von Marseille, durchzogen die Händler Frankreich bis zur atlantischen Küste, während Barcelona die iberische Halbinsel mit den levantischen Waren versah.

Immer noch war der Überlandweg von den Mittelmeerküsten bis an den vom Ozean bespülten Westrand Europas der bevorzugteste. Immer noch wagte man sich nur schüchtern über die Meerenge von Gibraltar hinaus, und nur vereinzelt waren die Versuche, die atlantischen Küstenländer auf dem viel einfacheren und billigeren Seeweg zu erreichen.

Ununterbrochen währte diese beherrschende Stellung der Mittelmeerhäfen hinsichtlich des Verkehrs mit der Levante, und dauernd belebte der von dort ausgehende Waren-

zug die Strassen in das europäische Hinterland bis zum Ende des 15. Jahrhunderts. Auch die einschneidendsten geschichtlichen Ereignisse vermochten bis zu diesem Zeitpunkt die Blüte der südeuropäischen Hafenstädte nicht zu beeinträchtigen.

Die grösste Gefahr für den oben geschilderten Verkehr brachten die politischen Veränderungen in Vorderasien und Osteuropa im Lauf des 13. Jahrhunderts.

Die religiöse Begeisterung, welche die christlichen Staaten an der levantischen Küste geschaffen hatte, war erloschen, und gegen das Ende des 13. Jahrhunderts war ganz Syrien in den Händen der ägyptischen Mamelucken-Sultane. Damit aber mussten auch alle Kolonien der Italiener und Franzosen, die ihre Existenz dem Schutz der christlichen Herrscher verdankt hatten, aus den dortigen Gegenden verschwinden, und von den seitherigen Vergünstigungen im Handelsverkehr blieb ihnen nichts erhalten. Dazu kam der Schrecken, der eben in diesem Jahrhundert durch den Einbruch der Mongolen in Europa sich verbreitete. Schienen ja doch der Macht des Dschingis-Khan keine Grenzen gesetzt zu sein. Im Osten bespülten die Wellen des chinesischen Meeres Provinzen des Mongolenreiches, im Westen tummelten die Reitergeschwader Timurs ihre Rosse auf der ungarischen Puszta. Was dazwischen lag, gehorchte seinen Befehlen. Und doch half gerade dieser Eroberungszug, der zwei Weltteile erzittern machte, in der Folge den italienischen und französischen Kaufleuten die Krisis glücklich überstehen, welche ihren Verkehr mit Asien beim Verlust ihrer Kolonien auf syrischem Boden zu zerstören drohte.

Während sie bemüht waren, ihre Verbindung mit Asien von dem nach der levantischen Küste hin sich öffnenden Hafen Famagusta auf Cypern aus einigermaßen in Blüte zu erhalten, hatten sich die Beziehungen der europäischen Herrscher zum Grosskhan friedlich gestaltet; und kaum war diese Wendung eingetreten, so sassen auch schon die Vene-

tianer und Genuesen an den Küsten des schwarzen Meeres, in Trapezunt, Kleinarmenien und auf der Halbinsel Krim. Florenz, Sizilien, Pisa und Piacenza hatten ihre eigenen Faktoreien an den pontischen Gestaden; Marseille und Montpellier wetteiferten mit den italienischen Städten durch ihre Rührigkeit in der Hafenstadt Lajazzo, während Barcelona die Interessen der pyrenäischen Halbinsel vertrat.

Der Scharfblick, mit welchem die Kaufleute dieser Städte die Situation erfassten, und die Eile, mit welcher sie sich an den Defileen der aus dem Innern des Mongolenreiches kommenden Strassen festgesetzt hatten, verhinderten, dass der früher beschriebene Verkehr donauaufwärts wieder zu neuer Blüte gedieh, wie es ja bei der von Osten nach Westen gerichteten räumlichen Ausbreitung des Mongolenreiches nur natürlich gewesen wäre. Die klugen und unternehmenden Italiener und Franzosen lenkten den Warenstrom aus dem schwarzen Meer in ihre heimatlichen Gewässer, bis nach der kurzen Dauer der Mongolenherrschaft auch mit Alexandrien und Syrien wieder der lebhafte Verkehr früherer Zeiten angeknüpft werden konnte.

Die Geschichte hat gezeigt, dass es nur ein Ereignis vermochte, das Monopol des Levantehandels den genannten Städten zu entreissen und dadurch den ganzen Verkehr in Europa in andere Bahnen zu lenken, nämlich die Entdeckung einer ununterbrochenen Wasserstrasse nach den südasiatischen Küsten, auf welcher die europäischen Kaufahrer direkt von der heimatlichen Reede aus die Schätze des Ostens holen konnten.

Die Hansa.

Die Schilderung des Verkehrs in Europa während der Jahrhunderte des Mittelalters würde eine unvollständige sein, wollte man nicht des Bundes eingehend gedenken, der in den Zeiten seiner Blüte Ost- und Nordsee belebte, ja

beherrschte, der fast drei Jahrhunderte hindurch dem Handel in ganz Norddeutschland Lebenskraft und Schutz verlieh.

Ja, jeder Deutsche muss mit um so grösserer Genugthuung die Entwicklung dieses Bundes verfolgen, je trauriger sonst das Bild ist, welches unser Gesamtvaterland gerade zu der Zeit bot, als der Hansa-Bund ins Leben gerufen wurde und erstarkte. Aber freilich auf einem so düstern nationalen Hintergrund allein konnte und musste ein solcher Bund gedeihen.

Die Macht der Hohenstaufen war in Italien zusammengebrochen, in dem Land, in welchem sie ihre Macht neu zu begründen gedachten. Mit dem Interregnum, das auf ihren Sturz folgte, riss Gesetzlosigkeit und Gewaltthat allorten ein. Die deutschen Fürsten, die Vertreter der deutschen Nation, trugen einem Ausländer die deutsche Kaiserkrone an. Die Unordnung im Reich, die Schwäche der späteren Kaiser machten die Ausbildung eines Raubrittertums möglich, das jeden friedlichen Verkehr zu zerstören drohte und das Aufblühen der Städte im Keim zu erstickern suchte.

Aber gerade in diesem Kampf um ihr Dasein erstarkten die Städte, gewannen die Bürger Zutrauen zur eigenen Kraft. Wollten sie bestehen, dann mussten sie selbst sich schützen, wo das Reich nicht mehr zu schützen vermochte. In allen Gauen Deutschlands entstanden die Städtebündnisse. Heutzutage freilich, wo unser neuerstarktes Reich deutsche Interessen im Archipel des süd pazifischen Ozeans ebenso schützt, wie in den Nachbarstaaten Europas und in den eigenen Grenzen, können wir kaum mehr begreifen, wie solche Verbindungen notwendig werden mussten. Damals aber konnten die deutschen Städte, schutzlos in der Heimat, rechtlos im Ausland, nur dann gedeihen, wenn sie in wohlorganisierten Vereinigungen auftraten, mit blankem Stahl die Gewaltthat auf den heimatlichen Strassen bekämpften und in kräftiger Einigkeit ihre gemeinsamen Interessen im Ausland verfochten.

Während nun die meisten dieser Städtebündnisse über die Grenzen der in ihnen vereinigten Städte hinaus von keiner Bedeutung waren, verdient der Bund der Hansa deshalb ganz besondere Beachtung, weil er weit über die deutschen Lande hinaus seinen Einfluss geltend machte und in den Zeiten seiner grössten Blüte den Verkehr im ganzen Norden Europas von London bis Gross-Nowgorod und von Bergen bis an den Rhein beherrschte.

Das Wort „Hansa“ ist ein uraltes deutsches Wort. Schon in dem ältesten Denkmal deutscher Litteratur wird es gefunden und bedeutet dort eine zusammengehörige Schar von Kriegern. Später bezeichnet es die Verbindung mehrerer zu einem bestimmten Zweck. Wahrscheinlich ist der beliebte deutsche Vorname „Hans“, der einen „Gesellen“ oder ein „Mitglied“ bezeichnet, auf denselben Ursprung zurückzuführen. Im 12. Jahrhundert wurde das Wort „Hansa“ zum ersten Mal in England als Bezeichnung einer kaufmännischen Gilde gebraucht, und in der Mitte des 13. Jahrhunderts bedienten sich die Städte Hamburg und Lübeck des Ausdrucks „Hanse“ oder „Hansebrüder“ für ihre in den Niederlanden weilenden Kaufleute. Bald darauf bezeichnete man dann den grossartigen Städtebund, der im folgenden geschildert werden soll, mit dem Wort „Hansa“.

Ein bestimmtes Jahr lässt sich für die Entstehung der Hansa nicht anführen. Der Bund hat sich allmählich entwickelt, indem die Vereinigungen deutscher Kaufleute im Ausland und die Verbindungen von Städten in der Heimat mit der Zeit zu einem grossen Bundesorganismus zusammengefasst wurden.

Es war nicht sowohl das Bewusstsein nationaler Zusammengehörigkeit, welches die deutschen Kaufleute im Ausland zu engem Anschluss an einander trieb; wo hätte in damaliger Zeit solches Nationalgefühl herkommen sollen? Vielmehr lag es in den Rechtsverhältnissen jener Zeiten begründet, dass die im Ausland wohnenden Glieder einer Nation sich zu einander gezwungen fühlten. Die Fremden

genossen nicht die Wohlthat des Rechtes in dem Land, in welchem sie sich aufhielten, sondern ihnen wurde nach heimischem Recht geurteilt. So trennte die Verschiedenheit der Rechtsprechung die deutschen Kaufleute in der Fremde von denen anderer Nationen und verband sie auf Grund ihrer Rechtsverwandtschaft zu einer geschlossenen Gemeinschaft.

Das Land, in welchem sich eine solche Verbindung deutscher Kaufleute nachweisbar am ersten vollzog, war England. In London war es, wo der deutsche Handel sich schon im 13. Jahrhundert zu hoher Blüte entfaltete, ja wo er in den besten Zeiten des hansischen Bundes geradezu eine beherrschende Stellung einnahm. Das erscheint bei der Höhe, auf welcher sich heutzutage der englische Handel befindet, auf den ersten Blick befremdlich. Allein die beiden ersten Abschnitte über den Verkehr in Europa haben bereits gezeigt, dass nicht bloss die Begabung einer Nation für den Handel massgebend ist für ihre Stellung im Weltverkehr, sondern dass ein Hauptmoment für die Handelsblüte eines Staates die geographische Lage desselben bildet. Die Waren des asiatischen Weltteils, der vor der Entdeckung Amerikas für den Weltverkehr allein in Frage kam, gelangten theils von Süden, theils von Osten in die Hände der europäischen Abnehmer; das erklärt bei der nordwestlichen Lage des britischen Reiches und bei seiner insularen Beschaffenheit zur Genüge, dass dessen für den Handel hervorragend begabte Bewohner erst spät selbständigen Anteil am Welthandel nahmen. Ja, ihre Bedeutung als handeltreibende Nation konnte eigentlich erst dann ungehindert hervortreten, als der atlantische Ozean zur Verbindungsstrasse zweier Welten geworden war.

Die erste deutsche Stadt, die in London festen Fuss fasste, war Köln. Köln war für den Handel mit England sehr günstig gelegen. Von dort aus führte die Wasserstrasse des Rheins auf dem nächsten Weg an die grossbritannische Küste. Nicht bloss die industriellen Erzeugnisse

des Kontinentes, sondern auch die levantischen Waren wurden auf diesem Weg nach London gebracht. Kölner Kaufleute waren es, die sich in London zuerst, und zwar schon am Ende des 12. Jahrhunderts, das Privilegium erwarben, eine kaufmännische Gilde, eine „Hansa“ zu gründen. Dazu wurde ihnen das Recht eingeräumt, auch Kaufleute anderer deutscher Städte gegen eine Gebühr von fünf Schillingen in ihre Hansa aufzunehmen. Es waren hauptsächlich rheinische und an der Nordseeküste gelegene Städte, deren Kaufleute sich unter dem Vortritt Kölns in London zu einer Hansa vereinigten.

Bald aber erwuchs Köln in London eine gefährliche Nebenbuhlerin. Die Ostseestadt Lübeck, die nach schweren Unglücksfällen neu erstarkt war, wusste sich dieselben Privilegien wie Köln zu erringen.

Im Jahr 1266 erhielten Lübeck und Hamburg das Recht, eine eigene Hansa dort zu gründen, und durften wie die Kölner auch Kaufleute anderer deutscher Städte in ihre Gilde aufnehmen.

Nächst London war Wisby auf der Insel Gotland für den norddeutschen Handel von hoher Wichtigkeit. Gotland liegt mitten in der Ostsee vor dem rigaischen Meerbusen, von Schweden fast gleichweit entfernt wie von den Ostseeprovinzen Livland und Kurland. Wisby war lange schon der Ort, wo deutsche und russische Kaufleute sich begegneten. Die Deutschen hatten dort eine eigene Stadtgemeinde gegründet. Ihr Unternehmungsgeist aber trieb sie weiter und liess sie nicht ruhen, bis sie auf dem grössten Messplatz Europas, in dem russischen Nowgorod,*) den Hof St. Peter gegründet hatten, in welchem die deutsche Kaufmannsgilde ihre Kontore und Warenspeicher hatte. Auch hier schlug Lübeck alle Rivalen aus dem Felde. Von den wendischen Ostseestädten Rostock, Wismar, Stralsund und

*) Am Nordende des Ilmensees südlich von St. Petersburg, nicht zu verwechseln mit Nischny-Nowgorod an der Wolga östlich von Moskau, das heutzutage der bedeutendste Messplatz von Europa ist.

Greifswald zur Führerin erkoren, erhob es sich bald über Wisby und errang sich solches Ansehen, dass es mit dem Namen „Königin der Ostsee“ ausgezeichnet wurde. In unserm Jahrhundert, unter gänzlich veränderten Verkehrsverhältnissen, wo Hamburg und Bremen, deren Häfen sich in die Nordsee öffnen, mit den bedeutendsten Seehäfen des europäischen Kontinents wetteifern, liegt es uns so ferne, dass es eine Zeit gegeben hat, in welcher die Ostseestädte mit Lübeck an der Spitze den unbestrittenen Vorrang hatten, dass jedermann sich fragt, welchen Ursachen es zuzuschreiben sei, dass Nord- und Ostsee damals die Rollen geradezu ausgetauscht hatten.

Für die levantischen Waren, die von den italienischen Stapelplätzen quer durch Europa nach dem Norden gebracht wurden, lag die Ostsee ebenso günstig als die Nordsee. Für den grossartigen Warenverkehr aus Russland aber hatte die Ostsee eine bevorzugte Lage. Hauptsächlich war es der Handelsverkehr mit Nowgorod, damals dem grössten Messplatz der Welt, der die Ostsee zu hervorragender Bedeutung erhob. Zu Hunderttausenden trafen sich die russischen und asiatischen Händler jährlich in dieser Stadt, von deren beherrschendem Einfluss das Sprichwort zeugt: „Wer kann wider Gott und Grossnowgorod?“ Die Westküste Europas, mit welcher die Nordseehäfen in natürlicher Verbindung gestanden wären, war bis zum Zeitalter der grossen Entdeckungen verhältnismässig tot. Dazu kommt noch, dass im Wasser der Ostsee selbst der Hauptreichtum der Küstenstädte verborgen lag. Kein Küstenmeer Europas war so reich an wohlschmeckenden Fischen. In den ersten Zeiten der Hansa war der Heringsfang allein im stande, die Städte, die sich damit befassten, zu den reichsten zu machen. Erst später wanderte diese Fischgattung auch in die Nordsee aus. Nach Tausenden zählten die Wagenladungen, welche Stör und Stockfisch jährlich in die Binnenländer brachten, während Hunderte von Schiffen die Ausfuhr dieser Fische nach England besorgten.

Unter diesen Umständen ist es erklärlich, dass damals die Städte der Ostsee diejenigen der Westsee, wie die Nordsee genannt zu werden pflegte, überragten, und dass sich Lübeck mit seiner Lage an der für die grössten Schiffe zugänglichen Trave, mit seinen klugen und kühnen Bürgern die Führerschaft der Ostseestädte errang, ja, für die ganze Dauer des hansischen Bundes sich als Vorort desselben zu behaupten wusste.

Die erste Hälfte des 14. Jahrhunderts umfasst die Zeit, in welcher sich der Städtebund der deutschen Hansa bildete. Über 80 angesehene Städte waren in dem Bund vereinigt, die kleineren nicht gerechnet, die sich durch andere vertreten liessen. Die Tagfahrten oder Bundestage wurden meistens in Lübeck abgehalten. Der ganze Bund zerfiel anfangs in drei Drittel: 1. das wendisch-sächsische Drittel mit Lübeck an der Spitze. Dazu gehörten Rostock, Wismar, Stralsund, Greifswald, Stettin, Berlin, Frankfurt a. O., Breslau, Hamburg, Bremen, Magdeburg, Hannover, Erfurt und viele andere, kleinere Städte. 2. Das westfälisch-preussische Drittel mit Köln an der Spitze. Es war gebildet aus den westfälischen Städten Soest, Münster und Osnabrück und vielen niederländischen Handelsplätzen, sowie aus den preussischen Städten Thorn, Danzig, Königsberg, Elbing u. a. 3. Das gotländisch-livländische Drittel mit Wisby, Riga, Reval, Dorpat u. a. Alle zum Bund der Hansa gehörigen Städte waren angesehen durch ihren Reichtum, ihre Bürger wetteiferten mit einander in kaufmännischer Tüchtigkeit, die Wehrhaftigkeit des Bundes schreckte vor keinem Feinde zurück; ihre Bürgermeister und Ältermänner überragten manche Diplomaten oder Feldherren grosser Staaten an politischer Klugheit und strategischem Geschick.

Für die dem Bunde beitretende Stadt änderte sich damit nichts an deren politischer Stellung. Sie blieb in ihrem seitherigen Unterthanenverhältnis und hatte ausser dem ihr auferlegten Bundesbeitrag keine bestimmten Verpflichtungen auf sich zu nehmen. Die Zwecke des Bundes

waren: Gemeinsamkeit im Handeln und Erwerben, Schutz der angeknüpften Handelsverbindungen im Ausland, Sicherstellung der Bürger, Beschützung der Handelswege zu Wasser und zu Land.

Die Macht des Bundes bethätigte sich hauptsächlich auch in der Bestrafung solcher Städte, welche sich widerspenstig gegen die Bundesbeschlüsse zeigten oder Verbindungen eingingen, die den Bundeszwecken gefährlich werden konnten. Über sie wurde die Strafe der „Verhansung“, der Austossung aus dem Bunde, verhängt. Nie gab es eine Strafe, die sicherer und vernichtender wirkte. Jedes Bundesglied musste sich verpflichten, allen Handel und Verkehr mit einer solchen Stadt zu meiden. Hilflos ging sie ihrem Verderben entgegen, und gerne unterwarf sie sich den härtesten Bedingungen, um sich von diesem Banne, der sie langsam zu grunde richtete, wieder zu befreien.

Die wichtigsten unter den auswärtigen Kontoren der Hansa waren der Stahlhof in London, der Petershof in Nowgorod und die Kontore zu Brügge und Bergen. In Brügge hiess das hanseatische Haus auch das Haus der Orientalen oder Osterlinge, wie man dort die Hansen als die im Osten Wohnenden zu benennen pflegte, und bildete eine der schönsten Zierden der im gotischen Stil erbauten und damals hochbedeutenden Handelsstadt. Später musste das dortige Kontor, um der Eifersucht der flandrischen Kaufleute auszuweichen, nach Antwerpen verlegt werden. In Bergen, wo die Hansen von ihrem Kontor den Namen „Kontorsche“ trugen, war es der Heringsfang, der eine Niederlassung des Bundes gewinnreich machte.

Um die Bedeutung der Hansa in ihren besten Zeiten zu veranschaulichen, soll im folgenden noch je ein Bild kriegerischer und friedlicher Thätigkeit des Bundes entrollt werden.

Unter den vielen Feinden, welche die Macht des Bundes zu brechen suchten, war von Anfang an Dänemark der gefährlichste und mächtigste. An den Küsten

dieses Inselreiches vorüber, durch enge Wasserstrassen mussten die hansischen Handelsflotten ihren Weg in die Nordsee suchen. Der erbittertste Feind des Bundes war der dänische Fürst Waldemar III., der seine Macht durch rohe Gewaltthat zu zeigen suchte, und dessen Politik Hinterlist und Verschlagenheit war. Im Jahre 1361 über-rumpelte er die Stadt Wisby und plünderte sie. Der leicht errungene Sieg über eine wehrlose Stadt machte ihn lüstern nach weiteren Eroberungen. Er kündigte einer Anzahl von Ostseestädten den Frieden auf. Sofort schrieb der Bund einen Hansatag nach Greifswald aus; aller Handel mit Dänemark wurde verboten und mächtige Kriegsrüstung beschlossen. Verbunden mit Heinrich von Holstein, dem gemeinsamen Feind Waldemars, verliess die Flotte im Juni 1362 die Häfen. Sie bestand aus 28 Koggen oder grösseren Schiffen und 24 Schnecken oder kleineren Schiffen mit 2730 Bewaffneten; Lübeck allein stellte 1500 Mann. Orloghauptmann, d. i. Kriegsadmiral, war der lübsche Bürgermeister Johann Wittenborg. Unter seiner Führung stürmten und plünderten die Hansen Kopenhagen und nahmen ausser anderen Trophäen sogar die Kirchenglocken mit nach Lübeck. Jubelnd empfingen die Einwohner ihren ruhmbedeckten Bürgermeister. Kurze Zeit nachher kehrte er von einer neuen Kriegsfahrt heim, diesmal unter der schweren Anklage, dass die hansische Flotte durch seine Schuld eine Niederlage erlitten habe. Auf dem Marktplatz seiner Vaterstadt fiel sein Haupt durch Henkershand.

Ein Vertrag, der nun mit Waldemar geschlossen wurde, ward von diesem bald schmähhlich gebrochen. Die Städte hielten einen neuen Hansatag zu Köln vom 11.—19. November 1367; begeistert beschlossen die Hansen erneute, mächtigere Kriegsrüstung; 77 Städte kündigten im Frühjahr 1368 dem Dänenkönig den Frieden auf. An Ostern stach die Flotte in See. Unaufhaltsam kämpften sich ihre Bewaffneten bis zur Hauptstadt des Feindes durch. Zum zweiten Mal eroberten sie Kopenhagen. Auf dem Rathaus zu Stralsund

schrieben die Städter den Vertretern Dänemarks die Friedensbedingungen vor. Das Friedensinstrument, das am 24. Mai 1370 unterzeichnet wurde, enthielt unter andern folgende Bedingung: „König Waldemar soll unter diesen Vertrag sein grosses Siegel setzen oder des Reiches verlustig sein. Will er bei Lebzeiten seine Krone auf einen andern übertragen, so soll er erst die Zustimmung der Städte einholen“. Dadurch kam der dänische Thron in vollständige Abhängigkeit von der deutschen Hansa. So führte der Bund in seinen besten Zeiten Krieg!

Und nun noch ein Bild friedlicher Thätigkeit! Wenn dazu von den vier wichtigsten auswärtigen Kontoren der Stahlhof in London gewählt wird, so geschieht dies hauptsächlich deshalb, weil bei der gegenwärtigen beherrschenden Stellung, die die englische Nation im Welthandel einnimmt, der Gegensatz um so überraschender wirkt, den die Verhältnisse der damaligen Zeit vor Augen führen.

Der Stahlhof in London hatte vor allem eine für die Zwecke der Hansa ungemein günstige Lage. Er umfasste ein ausgedehntes Areal am Ufer der Themse, das von starken Ringmauern umschlossen war und wie eine Art von kleiner Festung mitten in der Stadt lag. Die Gebäude, die sich innerhalb dieser Mauern befanden, dienten mancherlei Zwecken. Hoch über allen ragte die grosse Halle hervor, die theils als Ratsstube, theils als Bankettsaal diente. Die hohen Gesimse waren mit den silbernen und zinnernen Prachtgeräten der Gilde geziert, darunter manch seltenes Stück aus fernen Landen. Die Wände waren geschmückt mit zwei allegorischen Gemälden des berühmten Meisters Holbein. Auf der einen Seite der Halle erhob sich der Turm, der als Schatzkammer des Zunfthauses diente, auf der andern Seite befand sich die geräumige Küche. Hinter der Halle war ein Garten, in welchem die Kaufleute an Sommerabenden auszuruhen und sich zu erlustieren pflegten. Den übrigen weiten Raum des Grundstückes füllten in langen Reihen die Warenspeicher, Verkaufsräume und Geschäftslokale aus.

Daran grenzten breite Quais mit mächtigen Kränen, an welchen die grössten Seeschiffe anlegen konnten. Dort wurden die Handelsartikel der ganzen damals bekannten Welt umgesetzt.

Streng, ja fast klösterlich war die Zucht im Stahlhof. Alle dort Aufgenommenen mussten unverheiratet sein. Schimpfworte, Schläge, Trunkenheit, Würfelspiel, Unsittlichkeit wurden mit schweren Strafen geahndet. Um 9 Uhr abends schlossen sich die eisernen Thore und wurden während der Nacht niemandem geöffnet. Dort also wohnten die deutschen Kaufleute vom Rhein, von den Küstenstädten der Ost- und Nordsee, von den Handelsstädten Norddeutschlands friedlich beisammen in unermüdlicher Thätigkeit, gestützt auf die Vorrechte, die ihrer Gilde von den englischen Herrschern verliehen waren.

Im Zenith seiner Grösse stand der Stahlhof unter der Regierung des englischen Königs Eduard III. (1327—1377). Die Kosten, welche der langjährige Krieg Eduards um die Krone Frankreichs verursachte, hatten den Staatsschatz bald erschöpft. England war nicht im stande, die nötigen Summen für die Fortführung des Krieges aufzubringen. Diese Verlegenheit hob den Stahlhof auf den Höhepunkt seiner Macht. Die Hansen streckten dem König enorme Summen vor und hatten als Pfand dafür die Verwaltung der Ausgangszölle in den englischen Häfen in ihren Händen. Die Krone Eduards und die Krönungskleinodien seiner Gemahlin waren in Köln versetzt. Nur durch neue Darlehen des Stahlhofes war es dem König möglich, wieder in ihren Besitz zu gelangen. Mit immer grösseren Privilegien belohnte Eduard die Dienste der Hansen, mit Vorrechten, durch welche etwaige Verluste reichlich ersetzt wurden.

So blühte der Stahlhof in London, so blühte die ganze deutsche Hansa bis zum Anfang des 15. Jahrhunderts. Zwei Ursachen waren es, die den Verfall des Bundes herbeiführten. Die Folgen der grossen Entdeckungen, die einen förmlichen Umschwung in der handelsgeschichtlichen Bedeu-

tung der Länder Europas herbeiführten, und die immer mehr wachsende Eifersucht und Feindschaft, die sich in den Ländern zeigte, in welchen die auswärtigen Kontore der Hansa waren. Je mehr z. B. England sich als selbständige Handelsmacht zu fühlen begann, desto unerträglicher musste ihm die beherrschende Stellung einer andern Nation in der eigenen Hauptstadt sein. Von den Bürgern ging der Widerspruch gegen die Privilegien des Stahlhofes aus, bald fand er Unterstützung im Parlament und bei Hofe. Die letzten Reste hansischer Vorrechte sanken unter der Königin Elisabeth gegen das Ende des 16. Jahrhunderts dahin, und bald sah man sich genötigt, die Position in London aufzugeben und den Stahlhof zu veräussern.

Ganz ähnlich vollzog sich der Rückgang deutscher Handelsgrösse in den Niederlanden, während die durch die Entdeckungen vollständig veränderten Verkehrsverhältnisse, wie sie im folgenden Abschnitt geschildert werden, allein schon im stande waren, die Ostsee zu veröden und die Bedeutung ihrer Hafenstädte herabzudrücken. Durch die Zeiten des 30jährigen Krieges hindurch fristete die Hansa noch ein kümmerliches Dasein, bis sie im Jahre 1669 sang- und klanglos zerfiel.

Nur Hamburg, Lübeck und Bremen blieben in einem Bündnis vereinigt und führen heutzutage noch den Namen „Hansestädte“, einen Namen, der an die stolzesten Zeiten deutschen Handels zurückerinnert.

Die neuen Seewege und ihr Einfluss auf den Verkehr in Europa.

Der Anbruch der neuen Zeit ist auf allen Gebieten menschlichen Wissens und menschlicher Thätigkeit durch Entdeckungen und Erfindungen von ausserordentlicher Tragweite gekennzeichnet. Von der Mitte des 15. bis zu der des 16. Jahrhunderts ist kaum ein Jahrzehnt vergangen,

das nicht der damaligen Welt ein bedeutungsvolles Ereignis gebracht hätte.

* Es ist uns ganz unmöglich, nachzufühlen, wie tief der Eindruck gewesen sein muss, den diese wunderbare Zeit auf die Bewohner unsres Erdteils gemacht hat. Jahrhunderte waren vorhergegangen, während welcher kaum einmal ein Ereignis die Menschheit tief aufregte, oder etwas geschehen wäre, was die hergebrachte Weltanschauung in irgend einem Punkt hätte erschüttern können. Sicherlich sind dagegen die Eindrücke, welche die grossartigsten Erfindungen der neuesten Zeit auf das jetzt lebende Geschlecht gemacht haben, schwach zu nennen, weil wir uns gewissermassen daran gewöhnt haben, dass die freie wissenschaftliche Forschung auf allen Gebieten uns mit immer neuen, tief eingreifenden Erkenntnissen bereichert.

Geradezu verblüffend aber müssen im Zeitalter der Entdeckungen die Überraschungen gewirkt haben, welche die Erweiterung des geographischen Wissens mit sich brachte. Führte doch das Vordringen in atlantische Fernen zur Entdeckung einer bisher ganz unbekannten Welt, zur Auffindung des längst ersehnten Seeweges nach Indien; trat doch damals ein deutscher Gelehrter, Nikolaus Kopernikus aus Thorn (geb. 1473, gest. 1543) mit Resultaten langjähriger Forschungen hervor, welche die ganze seitherige Weltanschauung umstürzten und eine vollständig neue Weltordnung verkündigten.*)

Während nun frühere Abschnitte die Grundzüge dieser Weltordnung vorgeführt haben, soll hier geschildert werden, unter welchen Umständen die Erschliessung bisher unbe-

*) Kopernikus wies nach: 1) Die tägliche Umdrehung des ganzen Himmelsgewölbes ist nur scheinbar und ist nur ein Abbild der Drehung, welche die Erde um ihre Achse in der umgekehrten Richtung von Westen nach Osten macht. 2) Die Erde macht eine zweite Bewegung von Westen nach Osten auf einer die Sonne umkreisenden Bahn, welche sie im Verlauf eines Jahres durchläuft. 3) Auch alle andern Planeten kreisen um die Sonne; der Mond dagegen ist ein Trabant der Erde.

kannter Erdräume erfolgte, und welche Rückwirkung dieselbe auf den Verkehr in unserm Weltteil ausübte.

Bis in die 2. Hälfte des 15. Jahrhunderts hatte sich die Schifffahrt noch immer hart an den Küsten gehalten. Die einzige Wasserstrasse, auf welcher man schon seit dem 1. Jahrhundert unserer Zeitrechnung das freie Weltmeer durchmass, war diejenige, welche belebt von den Monsunen die Ostküste Afrikas mit der Malabarküste Vorderindiens verbindet. Die europäischen Kauffahrer aber wagten sich bis zum Zeitalter der Entdeckungen kaum über die Meerenge von Gibraltar hinaus. An ein Vordringen in atlantische Räume zu denken, hinderten die abergläubischen Schiffer theils schauerliche Sagen, die sich aus den ältesten Zeiten erhalten hatten, theils Mutmassungen, die mit wissenschaftlichen Scheingründen ausgestattet, bis unmittelbar vor den Eintritt der grossen Entdeckungsfahrten selbst die Lehrstühle beherrschten und erst mit den kühnen Unternehmungen am Ende des 15. Jahrhunderts in nichts zerrannen.

Es ist begreiflich, dass kein Seefahrer daran dachte, an der afrikanischen Küste gegen Süden zu fahren, so lange allgemein behauptet wurde, dass unter der Gluthitze der äquatorialen Sonne alles Leben versengt werde, dass weder animalische Wesen, noch Pflanzen dort zu gedeihen vermöchten, so dass auch kein Schiffer die Linie zu passieren im stande sei. Oder wer hätte es wagen sollen, von der Westküste Europas direkt in den Ozean hinauszusteuern, so lange gelehrt wurde, dass draussen, fern vom Gestade, der atlantische Ozean ein Meer der Firnsterne werde, die kein Sonnenstrahl zu durchdringen vermöchte? Kein Gestirn leuchte dort dem Schiffer, kein Windhauch schwellte die Segel, das leichtflüssige Element werde dort zum Lebermeer, zu einer zähen Masse, in welcher die Schiffe für immer festgehalten würden.

Und mit welchem Behagen der Mensch an solchen Behauptungen voll geheimnisvollen Schauers festhält, sieht man daraus, dass man mit der Durchforschung der Ört-

lichkeiten, an welchen dieser Zauber wirksam sein sollte, den Glauben daran nicht aufgab, sondern damit in noch unbekannte Fernen hinausrückte, bis endlich die nach allen Richtungen durchforschte Erdoberfläche keinen Raum mehr dafür übrig liess.

Zieht man dies alles in betracht, dann wird das Verdienst der Männer, welche es zuerst wagten, atlantische Fernen aufzusuchen, erst recht gewürdigt werden. Nur dürfen wir uns ihre Unternehmungen nicht lediglich hervorgegangen denken aus dem Drang, im Dienst der Wissenschaft irrige Anschauungen zu zerstreuen und Seefahrten in unbekannte Räume anzutreten, bloss um das geographische Wissen zu erweitern, wie man etwa in unserer Zeit an den Nordpol vorzudringen sucht. Die Entdeckungsreisen der damaligen Zeit hatten einen sehr praktischen Hintergrund und wurden hauptsächlich aus zwei Ursachen unternommen, die mit dem Weltverkehr und seiner Geschichte im engsten Zusammenhang stehen.

Indien, der indische Archipel und China, alle diese Länder damals unter dem Sammelnamen „Indien“ begriffen, bargen einen Reichtum von Boden- und Industrieerzeugnissen, welche für die Europäer im Lauf der Zeit zu unentbehrlichen, täglichen Lebensbedürfnissen geworden waren. Die Wege aber, auf welchen dieselben unserm Weltteil zugeführt wurden, waren für den Handel höchst unbequem. Mochten die levantischen Waren durch Russland an die Ostsee, oder über Konstantinopel donauaufwärts, oder vom schwarzen Meer an die italienischen Stapelplätze, oder über Alexandrien in die Hände der europäischen Kaufleute kommen, — überall verteuerten die hohen Durchgangszölle, das öftere Umladen der Frachten die Handelsartikel in einer unerträglichen Weise. Mit immer grösserer Bestimmtheit trat daher das Begehren auf, einen direkten Weg nach Indien zu finden, auf welchem alle diese Unannehmlichkeiten in Wegfall kamen.

Die Entdeckungsfahrten der Portugiesen, die in den

letzten Jahrzehnten des 15. Jahrhunderts unter dem Protektorat des Prinzen Heinrich des Seefahrers an der Westküste Afrikas gegen Süden unternommen wurden, hatten im letzten Grund keinen anderen Zweck, als diesen ersehnten Weg nach Indien zu finden. Die kühne Fahrt Christobal Colóns über das Weltmeer galt der Auffindung des asiatischen Ostrandes auf ununterbrochener Wasserstrasse.

Dazu kam noch ein anderer, nicht minder wichtiger Grund, der die Entdecker mit einer Art fieberhafter Spannung in die Ferne trieb. Der Handel mit Indien vollzog sich in einer für Europa verhängnisvollen Weise. Die Bedürfnisse, die unser Weltteil von dort zu decken hatte, steigerten sich von einem Jahrhundert zum andern, aber seit den ältesten Zeiten fehlte es an geeigneten Rückfrachten, so dass die Waren von den europäischen Händlern baar bezahlt werden mussten und ein steter Abfluss der Edelmetalle nach dem Osten stattfand.

Die Klage über diese ungünstige Handelsverbindung geht zurück bis in die römische Kaiserzeit. Schon Plinius klagt über den Mangel an jeglicher Rimesse im Verkehr mit Indien, und unter Tiberius machte der römische Senat diese misslichen Verhältnisse zum Gegenstand ernster Beratungen (Tacit. annal. III, 53).*) Von der Zeit an, als die Phönizier mit ihren Tarsisschiffen die zum Handel mit dem Osten nötigen Edelmetalle aus Spanien holten, wurde der Vorrat, den die Erde Europas barg, dafür in Anspruch genommen, und man hat berechnet, dass zur Zeit der Entdeckungen der Metallschatz in Europa nahezu erschöpft war.

Kein Wunder, dass damals ein wahres Goldfieber das Abendland ergriff und viele ihr Leben damit verbrachten, nach einem Mittel zu suchen, durch welches das edle Metall auf chemischem Wege hergestellt werden könnte.

Goldländer waren es darum vor allem, welche jene Entdecker suchten. Die Frage nach Gold war die erste, welche

*) Cf. Plin. 12, 19.

sie an die Bewohner neuentdeckter Länder richteten. Ja, als die Portugiesen schon im begriffe waren, ihre Fahrten an der afrikanischen Westküste wieder einzustellen, da war es das Gold, welches sie bei den Küstenbewohnern fanden, das ihren Eifer aufs neue entflammte und sie antrieb, ihre Fahrten immer weiter nach Süden auszudehnen.

Im Jahre 1492 machte sich Christobal Colón nach langen Unterhandlungen mit drei spanischen Schiffen auf, um quer über den atlantischen Ozean den Weg nach dem Ostrand Asiens zu finden. Merkwürdig ist auch hier zu sehen, wie es manchmal gerade Irrtümer sind, die zu den grossartigsten Entdeckungen führen. So hatte Kolumbus den Abstand der Westküste Europas von dem Ostrand Asiens viel zu kurz berechnet. Hätte er die Entfernung der beiden Küsten von einander richtig erkannt, so würde er es wohl nie gewagt haben, eine Seereise von dieser Ausdehnung zu unternehmen, und Amerika wäre vielleicht noch lange unentdeckt geblieben.

Kolumbus hatte das Missgeschick, gerade den ungünstigsten Kurs für die Überfahrt zu wählen; denn er landete auf einer der Inseln, welche vor dem Golf von Mexiko zwischen Nord- und Südamerika gelegen sind. Er hatte also längst die östlichsten Grenzen der beiden Ländermassen der neuen Welt hinter sich, und da er natürlich auf der zweiten Reise denselben Kurs einhielt, so betrat er erst 1498 auf der dritten Reise die Nordküste von Südamerika, das Festland der neuen Welt, immer noch in der Meinung, damit die Ostküste Asiens erreicht zu haben, wie er denn auch im Jahr 1506 nach seiner vierten Kreuzung des atlantischen Ozeans aus dem Leben schied, ohne zu dem Bewusstsein gekommen zu sein, dass er der Entdecker eines neuen Weltteils geworden war. Sein Werk wurde fortgesetzt von Cortez und Pizarro und bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts war Mittelamerika mit seiner Inselwelt, sowie fast der ganze dem stillen Ozean zugekehrte Westrand von Südamerika im Besitz der Spanier.

Die Entdeckung des Seeweges nach Indien erfolgte nicht mit einem Mal, sondern war das Resultat einer Reihe von Entdeckungsfahrten. Fast durch das ganze 15. Jahrhundert ziehen sich die immer weiter nach Süden vordringenden Forschungsreisen der Portugiesen, und als Dias 1487 das Kap der guten Hoffnung erreicht hatte, da zweifelte man nicht länger, dass damit die ersehnte Wasserstrasse nach Indien gefunden sei. Aber erst im Jahr 1498 drang Vasko da Gama bis an die Málabarküste vor.

Schwer waren die Kämpfe, welche die Portugiesen theils gegen die Araber, welche ihren Zwischenhandel über Alexandrien bedroht sahen, theils gegen die von den Arabern aufgehetzten indischen Fürsten zu bestehen hatten. Allmählich aber wurden die ganze Westküste Vorderindiens, die Insel Ceylon, die Küstenländer am persischen Meerbusen mit portugiesischen Kolonien bedeckt, und auch auf dem Boden der neuen Welt, in Brasilien, sowie an der Ost- und Westküste Afrikas war die Flagge der Portugiesen aufgehisst.

Mit Entzücken nahm man in Europa die Nachrichten auf, welche durch Briefe und Flugschriften über diese Entdeckungen verbreitet wurden. Die neue Welt bot unserm armen Erdteil die Mittel, um auf der neuentdeckten Wasserstrasse den Handel mit Indien immer lebhafter und gewinnbringender betreiben zu können. Las man doch von Inseln, deren Bewohner für eine Stecknadel eine Hand voll Goldkörner geboten hatten.

Man gab sich der Freude über diese Ereignisse um so sorgloser hin, als unter den ersten berauschenden Eindrücken noch niemand daran dachte, wie folgenswer dieselben für den Verkehr in Europa werden mussten. In der That hatten sie einen völligen Umsturz der bisherigen Verkehrsverhältnisse im gefolge. Sie bedeuteten für einzelne Länder, für eine ganze Reihe von Städten einen unaufhaltsamen Rückgang ihres Handels und Wohlstandes, während gerade diejenigen Gegenden, welche bisher für den Welt-

verkehr am ungünstigsten gelegen waren, plötzlich in den Vordergrund gerückt wurden.

Die Schiffe, die mit indischen Frachten beladen auf dem neuentdeckten Seeweg unsern Weltteil aufsuchten, gelangten nicht mehr von Süden her an seine Gestade, vielmehr boten nun die Häfen der atlantischen Küste ihre Ankerplätze zuerst dar. Das unbedeutende Portugal, bisher unter den Staaten, die im Weltverkehr standen, kaum genannt, spielte nun auf einmal die erste Rolle. Lissabon wurde für Jahrzehnte der Hauptstapelplatz für orientalische Waren. Je mehr aber die atlantische Küste unsres Kontinents an Bedeutung gewann, um so mehr mussten die seitherigen Emporien des Levantehandels, insbesondere die italienischen Städterepubliken Einbusse erleiden. Sie konnten bei den hohen ägyptischen Durchgangszöllen mit den Portugiesen unmöglich mehr konkurrieren, denen von dem indischen Hafen, in welchem sie ihre Einkäufe machten, bis zu den heimatlichen Gestaden kein Zoll mehr ihre Frachten verteuerte.

Der Niedergang der italienischen Handelsstädte aber wirkte lähmend auf den ganzen deutschen Binnenhandel. Die Städte Mittel- und Süddeutschlands waren in den letzten Jahrhunderten des Mittelalters durch ihre Verbindung mit Venedig, Genua und Pisa gross geworden. Augsburg, Ulm, Strassburg und hauptsächlich Nürnberg hatten Reichtum und Ansehen zum grössten Teil dem Vertrieb der über die genannten italienischen Städte eingeführten levantischen Waren zu danken. Diesem ganzen Verkehr war nun mit einem Mal der Lebensfaden abgeschnitten. Dagegen begriff eine Nation nach der andern, deren Häfen nach den atlantischen Gewässern sich öffneten, rasch die durch die Entdeckungen geschaffenen Vorteile ihrer geographischen Lage. Frankreich, Holland, England wetteiferten mit einander, sich Kolonialbesitz in Indien zu sichern. Ja der Ausdauer und dem Handelsgeist der Engländer und Holländer gelang es bald, den ursprünglichen Entdeckern in Indien

und in der neuen Welt den Rang abzulaufen. Schon im Zeitalter Ludwigs XIV. waren es nur noch die Engländer und Holländer, welche sich die erste Stelle im Welthandel streitig machten, bis endlich die letzten die ersten wurden und England, das am spätesten unter allen europäischen Ländern selbstthätig in den Handelsverkehr eingetreten war, unbestritten als erste Handelsmacht Europas dastand. Hatte es bei der Gestaltung des Weltverkehrs im Mittelalter kein ungünstiger gelegenes Land gegeben als England, so war nun hauptsächlich für den Verkehr mit der neuen Welt das britische Inselreich seiner geographischen Lage nach das bevorzugteste aller europäischen Länder.

Im ersten Jahrhundert nach ihrer Entdeckung war zwar die neue Welt hinsichtlich ihrer Bodenerzeugnisse für Europa nur von geringer Bedeutung. Der Tabak, der Mais und später die Kartoffel waren die einzigen wichtigen Produkte, welche Amerika der alten Welt bieten konnte. Zunächst wurden nur die Metallschätze ausgebeutet, die durch die spanischen Silberflotten unserm Weltteil zum Umtausch gegen die Schätze Indiens zugeführt wurden. Erst als die indischen Massenwaren, besonders Baumwolle und Zucker, dorthin verpflanzt waren, gewann Amerika für uns seine volle Bedeutung.

Nächst den italienischen Städterepubliken war es besonders der deutsche Handel, der unter den Folgen der neuen Entdeckung litt. Nicht nur dass der Warenstrom versiegt war, der sich vom Süden her in unser Vaterland ergossen hatte, auch Ost- und Nordsee verloren gänzlich ihre frühere Bedeutung. Als das englische Volk seit den Tagen der Königin Elisabeth begann, mit hervorragender Begabung in den Handelsverkehr einzugreifen, als die Niederländer selbständig die grössten Unternehmungen ins Leben riefen und der holländische Handel die Rheinmündungen zu beherrschen anfang, da mussten auch die hanseatischen Kontore in London und Antwerpen, ehemals die angesehensten in der kaufmännischen Welt, ihre Thätigkeit einstellen.

Zwar versuchten angesehene Augsburger und Nürnberger Familien mit Lissabon in ähnlichen Verkehr zu treten, wie früher mit Italien, ja es fehlte sogar nicht an Versuchen, eigene Schiffe nach Indien zu schicken, oder deutschen Kolonialbesitz in der neuen Welt zu erwerben, aber bald musste man einsehen, dass mit den jetzt in die günstigste Lage gerückten westeuropäischen Ländern nicht mehr zu konkurrieren war.

Und was der oben geschilderte Umschwung der Verkehrsverhältnisse noch an Wohlstand und Unternehmungsgeist in Deutschland übrig gelassen hatte, dss schlug der verheerende 30jährige Krieg mit seinen noch im 18. Jahrhundert fühlbaren wirtschaftlichen Nachwehen gar vollends darnieder.

Um so wohlthuender ist es zu verfolgen, wie deutscher Fleiss und deutsche Zuverlässigkeit unter den obwaltenden schwierigen Verhältnissen es allmählich wieder soweit brachten, dass unsere Nordseehäfen Hamburg und Bremen eine hervorragende Stellung im Welthandel einnehmen, ja dass Hamburg der belebteste unter den kontinentalen Häfen Europas geworden ist. Und noch ehe die nationale Wiedergeburt unsres Volkes den deutschen Namen auch jenseits der Weltmeere wieder zu Ehren brachte, hatte sich der deutsche Kaufmann durch seine Rührigkeit und die Zuverlässigkeit seiner Geschäftsverbindungen in den fernsten Ländern eine geachtete Stellung errungen.

Als schönstes Weihnachtsgeschenk

für die reifere Jugend sei empfohlen:

Dr. Karl Ludwig Roth's

Griechische Geschichte.

Dritte neubearbeitete Auflage herausgegeben von

Dr. Adolf Westermayer, Gymnasialrektor.

Mit 1 Farbendruck, 15 Holzschnitttafeln in Tondruck und 2 Karten.

34 Bog. gr. 8^o. geh. 7 M. Eleg. kart. 7 M. 50 S.
In Halbfranz gebdn. 8 M. 50 S.

Dr. Karl Ludwig Roth's

Römische Geschichte.

Zweite neubearbeitete Auflage herausgegeben von

Dr. Adolf Westermayer, Gymnasialrektor.

Mit 34 Holzschnitttafeln in Tondruck und 3 Karten.

Erster Teil. Von der Gründung Roms bis zum 1. Triumvirat.

Zweiter Teil. Bis zum Ausgang des abendländischen Kaiserreichs.

Jeder Band 25½ Bog. gr. 8^o stark à 5 M. 20 S. geh.
und 5 M. 80 S. eleg. kart.

Beide Teile in einem Halbfranzbände gebunden: 11 M. 80 S.

Die „Schlesische Zeitung“ urteilt: „Dieses Buch gehört zu den seltenen Werken, die der Jugend wirklich Nutzen bringen.“

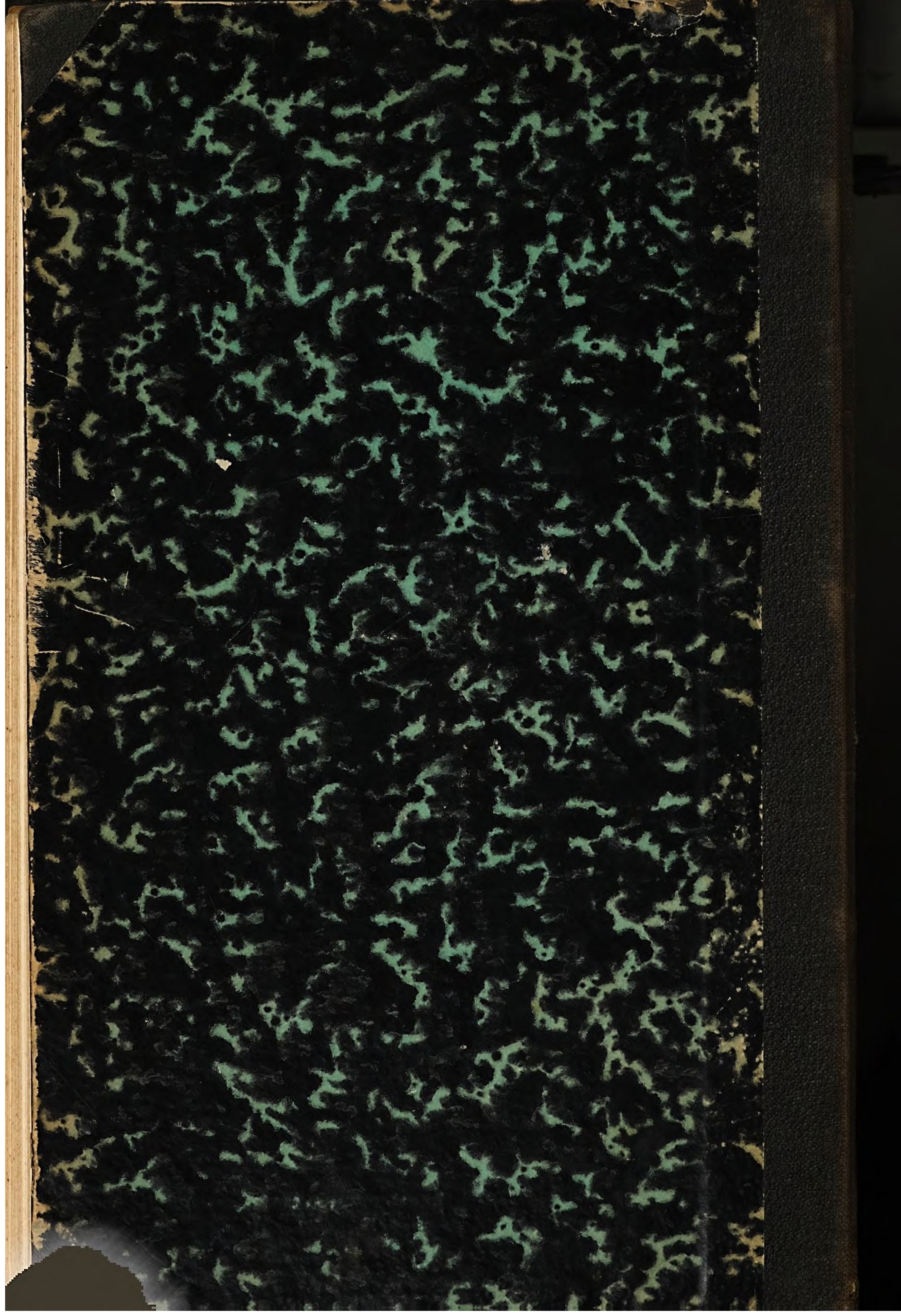
Der „Hamburger Korrespondent“ schreibt am Schluß einer umfangreichen Rezension: „Alles in Allem sind wir überzeugt, daß unter der großen Menge litterarischer Gaben, welche für den Weihnachtstisch unserer reiferen Jugend bestimmt sind, dieses Buch eines der wertvollsten und speziell unter den Geschichtsbüchern eines der zur Weckung geschichtlichen Verständnisses und einer sittlichen und würdigen Auffassung der Geschichte dienlichsten ist.“

Die „Zeitschrift für österreichische Gymnasien“ schreibt: „Dies vortreffliche, schon lange empfohlene Buch . . . soll in keiner Schülerbibliothek und unter den Jugendschriften keines bemittelten Gymnasiasten oder Realschülers fehlen.“

In Prof. Dr. Nägelsbach's „Gymnasialpädagogik“ heißt es: „Zur Unterstützung des beschreibenden Unterrichts sind sehr zu empfehlen die Roth'schen Lesebücher für Griechische und Römische Geschichte. Das ist ein Meisterwerk; ein Mann hat es für Knaben geschrieben; die Gelehrsamkeit darin merkt der Kundige, der Unkundige genießt sie.“

Verlag der C. F. Beck'schen Buchhandlung in Nordlingen.

Christ. Loeblein



Volck, Adolf

Lesestücke zur physischen, mathematischen und Verkehrs-Geographie als
Hilfsbuch für die Oberstufe des Geographie-Unterrichts herausgegeben

Nördlingen 1888

Geo.u. 479 r

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11607551-5